ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ

васиона

UDC 52(05) Ξ YU ISSN 0506-4295 Ξ БРОЈ 2/2007 Ξ ГОДИНА LV Ξ цена: 180 дин.



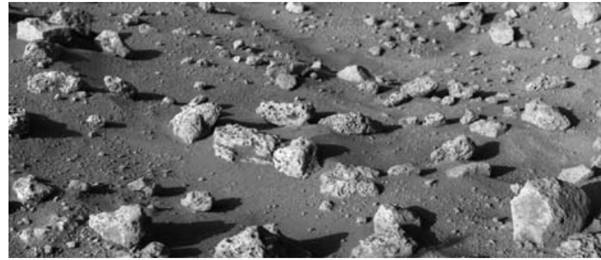
NGC 4038 и NGC 4039

др Владан Челебоновић
Институт за физику,
Земун

Коментар

Органска материја на Марсу: има ли је или не?

Пре мало више од тридесет година, 20. јула 1976, космичка сонда Викинг 1 спустила се на планету Марс. Неколико месеци (3. септембра 1976.) касније до Марса је доспео и Викинг 2. Ове две мисије су имале низ циљева. Поменимо да је то било прво слетање космичких сонди са Земље на неку другу планету, али у циљу њеног дуготрајног испитивања. Било је пре, али и после Викинга, слетања космичких сонди са Земље на Венеру, али су све оне трајале кратко због ужасно неповољних услова на површини те планете. Огромну пажњу јавности у оно доба побудили су први покушаји утврђивања евентуалног постојања органске материје, па макар и у траговима, у узорцима тла које су на Марсу узеле ове две сонде и на лицу места анализирале. Резултат је „проглашен” за негативан, и тиме су, фигуративно говорећи „покопане” све хипотезе о томе да је можда некада у прошлости на Марсу постојао неки облик живота. Намерно кажемо „проглашен” јер још у току ових анализа интерпретација резултата није била једнозначна. Викинзи су узимали узорке тла на местима где су слетели. Ти узорци су најпре овлажени а затим загревани до неке унапред одређене високе температуре. Анализирани су гасови који су се при томе издвајали, и који „нису искључивали” присуство органских материја у узорцима. При анализама је коришћена метода гасне хроматографије. Уопштено речено, хроматографија је лабораторијска техника за раздвајање смеша. Смеша која се анализира, раствори се у покретној фази, а затим се пропушта кроз непокретну фазу. У непокретној фази дешава се неки процес који омогућава да се тражена супстанца издвоји из анализиране смеше. Ако је покретна фаза инертни гас, говори се о гасној хроматографији. Пошто се тражена супстанца издвоји из смеше, пропусти се кроз масени спектрограф и тако се добије информација о њеној молекулској маси. Припремама овог експеримента бавио се тим проф. Клауса Биемана (*Klauss Biemann*) са *MIT* универзитета. Први проблем који су морали да реше било је смањивање величине апаратуре. Модели који су у оно доба употребљавани у лабораторијама били су величине омање собе, а требало их је смањити на величину коју је допуштао космички брод. У доба када се мисија Викинг спустила на Марс знало се да неки метеорити садрже органске молекуле. Пошто постоје докази да на Марс падају метеорити, очекивало се да ће неки облици органске материје бити нађени. Међутим када су се сонде спустиле на Марс, загрејале узорке и урадиле анализе, добијени су вода и угљен диоксид. Нађене су и неке органске материје, али су оне потицале из хемикалија употребљених за



Површина Марса на месту слетања Викинг-а 2
Љубазношћу: NASA

чишћење уређаја на Земљи. Пошто није било доказа за присуство органских молекула у узорцима тла, трагање за евентуалним облицима живота на Марсу је тиме претрпело озбиљан ударац. Активност коју су поједини узорци тла показивали објашњена је у оно доба хемијским а не биолошким процесима. Пошто је атмосфера Марса веома ретка, флукс *UV* зрачења Сунца који доспева до површине планете је јак. Услед тога тло се обогаћује оксидантима (као што су пероксиди) и неким супстанцама које су на Земљи ретке на пример угљен субоксид (C_3O_2). Да подсетимо оне који нису љубитељи хемије: оксидација је свака хемијска реакција у којој неки молекул, атом или јон губи електроне. Супстанце које могу да оксидишу друге супстанце називају се оксидантима. Направљен је низ теорија које су активношћу оваквих супстанци објашњавале резултате које су добили експерименти на Викинзима. Упркос томе, било је истраживача коју су остали у уверењу да на Марсу постоји органска материја, и могуће и неки облици живота. Питање живота на Марсу је тридесетак година мировало, а онда је поново отворено. Стивен Бенер (*Steven Benner*) са Универзитета државе Флориде покренуо је 2000. нови период интересовања за проблем органске материје на Марсу. Изнео је доста логичну и једноставну идеју да можда органска материја на Марсу постоји у неком необичном облику, који инструменти са Викинга нису могли да детектују. У раду који је тада објављен (*Benner et al. 2000*), и који је много више из области хемије него астрономије, образложено је да би тај необични облик органске материје могла да буде мелитична киселина ($C_{12}H_6O_{12}$) Зашто баш ова супстанца? Зато што се зна да она настаје као крајњи резултат трансформација полицикличних ароматичних угљоводоника (то је врста једињења угљеника и водоника), а за њих се из посматрања зна да су присутни у планетарном систему. Хемијски услови погодни за њено стварање, и који су познати из лабораторија на земљи, личе на услове који владају на Марсу. Ова киселина је стабилна, не оксидише даље, не раствара се ни у чему, а када се загреје не испарава. Процењено је да је у току 3

милијарде година могло настати чак 2 килограма мелитичне киселине по квадратном метру површине Марса. Незгода је што је за разградњу молекула ове киселине потребна велика количина топлоте, а када се то деси настаје бензол – супстанца коришћена на Земљи у чишћењу космичких бродова Викинг! Додатна незгода је у томе што је за разградњу мелитичне киселине потребно загрејати је на 600°C, док су Викинзи загревали узорке до температуре од 500 степени. Дакле нису могли да детектују евентуално постојање мелитичне киселине на Марсу, без обзира на њено евентуално значајно присуство на површини. Неколико година касније појавили су се нови аргументи у прилог озбиљне вероватноће да су Викинзи једноставо пропустили могућност да детектују органску материју на Марсу. 2004. године ровер „*Opportunity*" крећући се по површини Марса открио је присуство минерала јарозита. За оне који знају хемију, то је хидратисани сулфат гвожђа. Наслаге овог минерала откривене су и на Земљи, у једној области Шпаније. Екипа хемичара и планетолога заинтересованих за истраживања Марса посетила је ова лежишта јарозита и покушала да понови експерименте са Викинга. У екипи су били и Рафаел Наваро-Гонзалес (*Raffael Navarro-Gonzales*) са Националног аутономног универзитета из Мексика и планетолог Кристофер Мек Кеј (*Cristopher McKay*) из *NASA*. Резултат је био интересантан: издвојити органску материју хемијским поступцима из јарозита било је релативно лако, али постићи то само загревањем било је веома тешко (*Navarro-Gonzales et al. 2006*). Слични резултати добијени су и у независним експериментима на узорцима тла из пустиње Атакама у Чилеу, а рађено је и на узорцима са Антарктика и из пустиње у Либији. На пример, у узорцима са Антарктика хемијске методе издвајања органика дале су између 20 и 90 микрограма органске материје по граму тла. Загревање до 500 степени није дало ништа, а тек при загревању на 750 степени добијен је сигнал који је говорио о присуству органске материје. Међутим, ту температуру Викинзи нису могли да достигну. Наваро-Гонзалес и Мек Кеј сматрају да су органици којих су евентуално постојали у узорцима које су Викинзи узели, и који су се ослободили загревањем, реаговали са каталитичким гвожђем из тла и на крају дали угљен диоксид. Ако је ова њихова идеја тачна, значило би да је је макар мали део количине угљен диоксида коју су Викинзи детектовали настала оксидацијом органика. Идеје ове двојице истраживача изазвале су код неких учесника у Викинг мисијама доста оштре реакције. Проф. Биеман сматра да Наваро Гонзалес и Мек Кеј из превелике жеље да нађу органску материју, па можда и трагове живота на Марсу покушавају да докажу да резултати са Викинга нису коректни. Њих двојица то поричу, али сматрају да њихове резултате треба узети у обзир при сличним космичким мисијама у будућности. Основни мотив за трагање за органском материјом на Марсу је потрага за некадашњим или можда садашњим облицима живота. По земаљским стандардима, живота не може бити без присуства воде. Од када се површина Марса истражује космичким бродовима, или у новије време и возилима која се крећу по површини планете, у литератури се појављивало пуно радова у којима су разни облици рељефа на Марсу тумачени као резултати водених токова који су ту постојали у давној прошлости. Исто тако, извођени су и докази засновани на анализама рељефа да су на појединим деловима површине Марса постојали и океани. Пошто је Марс сада очигледно сув, било је у литертури и разматрања узрока суше на тој планети. Међутим, и у овим истраживањима важну улогу игра раздвојна моћ инструмената којима се врше снимања. Нове анализе, засноване на анализама снимака са сателита *Mars Reconnaissance Orbiter* (*MRO*) показују да Марс изгледа ни у својој давној прошлости није обиловао водом (на пример *Kerr, 2007*). Поставља се питање зашто, а овај резултат има директне импликације на могућност постојања живота на Марсу. Анализе се настављају.

Закључак

У овом чланку смо приказали нове резултате везане за могућност постојања органске материје на Марсу. На крају смо поменули и неке нове резултате везане за питање евентуалног постојања воде на Марсу. Упркос трајању истраживања, квалитету опреме и људи, проблем је отворен. Ситуација је много компликованија него што је то изгледало у доба мисије Викинг. Коначан резултат – да ли на Марсу има или нема органских материја и воде се не назире, а истраживања се настављају.

Литература :

- Benner, S. A., Devine, K. G., Matveeva, L.N. and Powell, D. H. :2000, Proc. Natl. Acad. Sci. USA.97, 2425.
- Biemann, K.:2007, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 104, 10310.
- Kerr, R. A.: 2007, Science, 317, 1673.
- Navarro-Gonzales, R., Navarro, K.F., de la Rosa, J. et al.: 2006, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 103, 16089.
- Wu, C.: 2007, Nature, 448, 742.

Organic matter on Mars: does it exist or not? – Vladan Čelebonović

In 1976 two Viking spacecraft landed on Mars and did not find organic matter. This paper is a review, based on current research literature, on the problem of organic matter on Mars, as well as on the possible explanation of the null result of the Viking experiment. Some new results concerning the presence of water on Mars are also briefly mentioned.



Ана Брајовић

Црно око – М64

Судар две галаксије је учинио да овај звездани систем добије изузетан изглед, али и необична унутрашња кретања. М64 карактерише спектакуларни тамни појас (састављен од честица прашине) испред сјајног језгра галаксије, по коме је добила надимак галаксија „Црно Око” или „Зло Око”. На овој фотографији централног дела М64 снимљеног свемирским телескопом Хабл, можемо да видимо фине детаље тамног појаса. М64 је позната међу астрономима аматерима јер је видљива и уз помоћ малог телескопа. Први пут је француски астроном Месије сврстао у свој каталог у 18-том веку. Налази се у сазвежђу Береникина коса, на удаљености од око 17 милиона светлосних година. На први поглед чини се да је М64 релативно уобичајена спирална галаксија. Као и код већине галаксија, све звезде у М64 ротирају у истом смеру – смеру кретања казаљке на сату. Ипак, детаљнија истраживања спроведена деведесетих година прошлог века, довела су до запањујућег открића да међузвездани гас у спољашњим областима М64 ротира у супротном смеру од гаса и звезда у унутрашњим областима! Активно формирање нових звезда се дешава у области где се супротно ротирајући гасови сударају, нагомилавају и сабијају. На слици је посебно лако уочити вреле плаве младе звезде које су се тек формирале, заједно са облацима водоника (на снимку се виде као ружичасте области), који сјаји зато што је изложен јаком ултраљубичастом зрачењу новоформираних звезда. Астрономи верују да су супротно ротирајући дискови гаса настали када је М64 апсорбовала сателитску галаскију са којом се сударила, пре око милијарду година. Ова мала галаксија је сада потпуно уништена, али знаци судара остају у виду гаса који ротира у супротном смеру на ободу М64. Ова фотографија М64 је снимљена Хабловом планетарном камером широког поља (*WFPC2*). Слика у боји је композит фотографија снимљених кроз четири различита филтера. Филтери изолују плаву светлост, светлост блиску инфрацрвеном делу спектра, црвену светлост коју емитују атоми водоника као и зелену светлост на таласној дужини *Strömngren y*.

Strömngren y?

Bengt Georg Daniel Strömgren (1908-1978), дански астроном и астрофизичар. Пионир фотометрије и оснивач *UVBY* фотометријског система 1956 године, који је 1958 допуњен од стране *David L. Crafword*-а. У основи то је систем који обухвата четири боје (таласне дужине) уз додатак Hβ филтера. Централне таласне душине су 350, 411, 476 и 547 *nm* док је полуширина (тј. опсег) 30, 19, 18 и 23 *nm*, респективно.

Према: *www.hubblesite.org*

Црно око – М64 (Љубазношћу: NASA/ESA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI))

УДК - 524.352

мр Бојан Арбутина
Астрономска опсерваторија,
Београд
Катедра за астрономију, Математички факултет,
Београд

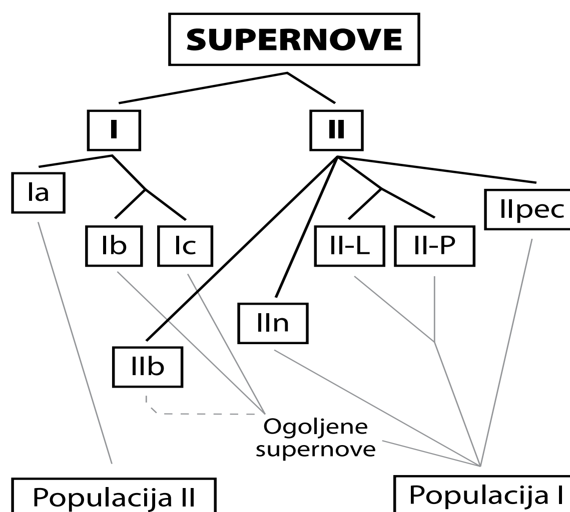
Супернове

Класификација супернових

Интересовање за проучавање супернових (SN) последњих година је значајно порасло пратећи вероватно обновљене, пре свега аутоматизоване, потраге за блиским, али и далеким супернована. Од прве вангалактичке супернове 1885. до данас је откривено више од 3000 супернових, од којих су многе на космолошким удаљеностима[1]. Значајан труд уложен је у класификацију супернових, одређивање њихове учестаности (за различите типове SN и типове галаксија), разумевање механизма супернових и повезивање са звездама родитељима од којих потичу. Као последица ових истраживачких напора дошли смо коначно и до опште прихваћене схеме о две различите класе супернових: SN Ia које потичу од старе, популације II (тачније представљају термонуклеарну експлозију *C/O* белог патуљка у тесним двојним системима), и SN II и Ib/c које потичу од младих масивних звезда и настају као резултат гравитационог колапса (тзв. колапсирајуће SN, од енг. *core-collapse supernovae*). Историјски, класификација SN према оптичком спектру започела је препознавањем као посебне класе SN I које немају линије водоника (*H*) у свом спектру, и SN II које пак показују присуство водоника у спектру. Осим тога, SN II показују и врло широко фотометријско понашање (различите криве сјаја) за разлику од SN I које су изгледале као једна прилично хомогена класа објеката. Показало се касније да постоје заправо две спектроскопски и фотометријски различите поткласе типа I: SN Ia које су уједно и једине супернове које се појављују у елиптичним галаксијама, и SN Ib које се налазе у и око H II области, и у спиралним гранама, што јасно указује да њихове звезде-родитељи морају припадати популацији I, прецизније да су то огољене младе масивне звезде (претпостављамо са снажним звезданим ветром) које су изгубиле свој омотач (енг. *stripped-envelope supernovae*). Трећа поткласа SN Ic, откривена доста касније, не показује ни линије хелијума (*He*) у спектрима, те тако одговара масивним звездама-родитељима које су остале без својих *H* и *He* омотача. Супернове типа II, као што смо већ рекли, чине врло хетерогену класу. Класичне SN II могу се поделити на два фотометријска типа: SN II-L чије криве сјаја након максимума практично линеарно опадају, и SN II-P код којих видимо тзв. плато, као последицу рекомбинације *H* у омотачу у ширењу. Осим ових, предложени су још типови: IIb који показује слабо присуство *H*, те тако вероватно чине прелазни тип ка SN Ib, IIn са уским емисионим линијама, за које се претпоставља да одговарају суперновама у интеракцији са окозвезданим материјалом (енг. *circumstellar medium* – CSM), и др. Остали типови SN II, који не спадају ни у једну од наведених поткласа, тј. имају неке посебне особине, обично се класификују као IIpec. Овде би могли убројати, најближу и вероватно најпроучаванију модерну супернову SN 1987A у Великом Магелановом облаку, као и Zwicky-јеве типове III, IV, V. Важно је на крају рећи да се приказана класификација заснива на раним спектрима супернових. Како се омотач шири он постаје све више прозрачан за унутрашње слојеве богатије металима, самим тим и спектри еволуирају током времена. Схематски приказ класификације супернових, као и криве сјаја и рани спектри за неке типове супернових дати су на сликама 1 и 2. Детаљније о суперновама и типовима супернових видети у радовима *Woosley & Weaver* (1986), *Weiler & Sramek* (1988), *van den Bergh & Tammann* (1991), *Filippenko* (1997).

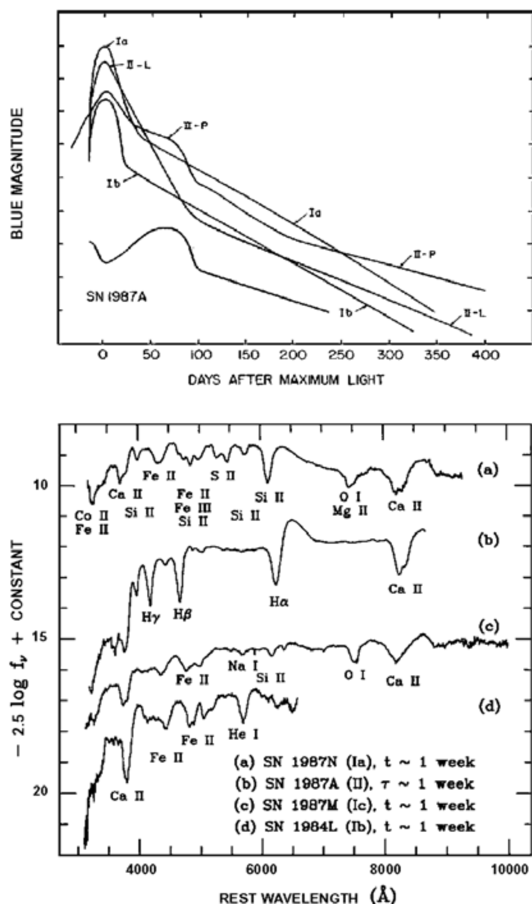
Еволуција звезда и супернове

Као што је познато, три су завршне фазе еволуције звезда: бели патуљак, неутронска звезда и црна рупа. Звезде



Слика 1. Две основне класе супернових I и II подељене су на поткласе. Суштински гледано само тип Ia везан је за популацију II, док све друге супернове потичу од младих звезда популације I. Огољене супернове (Ib/c), иако феноменолошки припадају типу I, као колапсирајуће супернове физички су ближе типу II.

1 Управо ове супернове омогућиле су мерење Хаблове константе и параметра успоравања, а самим тим и значајна нова открића у космологији (погледати нпр. у *Leibundgut* 2001).



Слика 2. Криве сјаја у В филтеру (горе) и спектри (доле) различитих типова супернових; *t* је време након максимума, τ време након колапса језгра (*Filippenko* 1997).

коначне масе (у тренутку силаска са главног низа) мање од Чандрасекарове границе, $M_f \leq 1.4M_\odot$, формираће беле патуљке, звезде веће коначне масе, али испод *Oppenheimer-Volkoff*-љеве границе од врло приближно ~ $3\mathcal{M}_\odot$, формираће неутронске звезде, а масивније звезде, неминовно, црне рупе. За разлику од белих патуљака, претпостављамо да гравитациони колапс и формирање бар неких неутронских звезда и црних рупа прати експлозија супернове. Сматра се да звезде почетне масе од чак $M_i \approx 8\mathcal{M}_\odot$ ипак на крају завршавају као бели патуљци, одакле би се могло закључити да се супернове одигравају само код најмасивнијих звезда. Видећемо, међутим, да се оне могу десити и белим патуљцима, ако се налазе у тесним двојним системима.

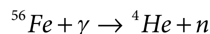
Физика супернових

Термонуклеарна (ТН) експлозија као механизам експлозије звезда, односно супернових, оригинално је предложена од стране *Hoylea & Fowlera* (1960), и уз многе модификације одржала се до данас у моделима SN типа Ia (*Woosley & Weaver* 1986, *Hillebrandt & Niemeuer* 2000). Стандардни модел SN Ia подразумева дефлаграцију *C/O* белог патуљка у тесном двојном систему (ТДС). Еволуција звезда у ТДС, наиме, одвија се другачије него у случају усамљених звезда. Уколико је једна компонента у систему већ постала бели патуљак, друга компонента ће након напуштања главног низа испунити свој *Roche*-ов овал и почети да претаче материју на прву компонету – белог патуљка, формирајући око њега акрециони диск. Приараштајем масе расту у диску, тј. у љусци на површини дегенерисане звезде, притисак и температура, и у једном моменту долази до ТН реакција и експлозије која разноси акрециону љуску. На овај начин објашњавају се данас класичне и рекурентне нове (када се љуска поново формира). Ако је акреција довољно брза и бели патуљак масиван, преласком *Chandrasekhar*-ове границе иницира се гравитациони колапс, температура у дегенерисаном *C/O* језгру нагло расте и пали се угљеник, затим кисеоник, и термонуклеарна експлозија разара читаву звезду. Фронт нуклеарног сагоревања креће се ка ван, производећи теже елементе, пре свега радиокативни никл, који се распада преко:



$$^{56}Ni \rightarrow {}^{56}Co \rightarrow {}^{56}Fe$$

чиме се објашњава карактеристична крива сјаја SN Ia, њен пик (*Ni*) и реп (*Co*). Разлика између дефлаграције и детонације је у томе што се у првом случају фронт креће брзином мањом од звука. Модели углавном фаворизују дефлаграцију, мада и закаснела детонација није искључена. За разлику од експлозије дегенерисаног језгра белог патуљка, супернове код масивних звезда везују се за гравитациони колапс недегенерисаног језгра и формирање неутронских звезда и црних рупа (тзв. колапсирајуће супернове, типа II, Ib/c). Механизам експлозије у овом случају подразумева колапс тј. првобитну имплозију изазвану фотодисоцијацијом гвожђа при високим температурама:



$$^{56}Fe + \gamma \rightarrow {}^{4}He + n$$

(*Fowler & Hoyle* 1964, *Imshennik & Nadezhin* 1996). Експлозија није термонуклеарна, већ управо последица колапса и формирања неутронског језгра. Спољашњи слојеви код којих колапс није заустављен падају на језгро и „одскачу", „одбијају се", формирајући талас који крећући се кроз све ређу средину постаје ударни. Истовремено на таласном фронту и иза у омотачу отпочињу ТН реакције. Будући да се овако производи много мања количина ^{56}Ni, колапсирајуће супернове су оптички мање сјајне од SN Ia. Ово би генерално требало да буде случај за SN Ib/c, и вероватно SN II-L, које су изгубиле сав, или већи део *H* омотача. Код SN II-P са масивним *H* омотачем рани изглед криве сјаја одређује депонована енергија ударног таласа, док касније доминира тзв. плато, последица рекомбинације *H* у омотачу (*Arnett* 1996, *Hamuy* 2003). Посебан значај код колапсирајућих супернових имају неутрини. За разлику од језгара нормалних звезда, у супергустим језгрима која настају гравитационим колапсом, материја престаје да буде прозрачна за неутрине и они се делимично апсорбују у језгру повећавајући му тако температуру, све док не наступи неутронизација. *Colgate & White* (1966) први су предложили тзв. неутрино-транспорт процес, у којем неутрини предају (депонују) енергију омотачу језгра и тако практично узрокују „одскок" и супернову. Модификована

варијанта овог процеса сачувала се до данас кроз модел „одложене" експлозије (видети *Woosley & Weaver* 1986). Треба, међутим, истаћи да феномен супернове, посебно-прелаз из имплозије у експлозију, још увек није потпуно објашњен.

Звезде-родитељи

Иако је готово опште прихваћено мишљење да SN Ia потичу од звезда средњих маса, које завршавају као бели патуљци у ТДС, не постоји општа сагласност о звездама-родитељима (енг. *progenitors*) различитих типова колапсирајућих супернових. Постоје предлози да су SN II повезане са звездама раних B типова, а SN Ib/c са усамљеним O или *Wolf-Rayet* (W-R) звездама. Прве процене маса звезда-родитеља супернових дао је *Kennicutt* (1984), и касније *van den Bergh* (1988), користећи се претпостављеним учесталостима или стопама супернових и формирања звезда (енг. *supernova rate* – SNR, и *star formation rate* – SFR) за колапсирајуће супернове и њихове звезде-родитеље. Због кратког живота масивних звезда, стопа, односно број колапсирајућих супернова за стотину година, требало би да одговара броју новорођених звезда у истом временском периду, и за одговарајући интервал маса, SNR = SFR када се наравно ове величине изразе у истим јединицама. Стопа формирања звезда, маса између M_L и M_U дата је као:

$$SFR \propto \int_{M_L}^{M_U} f(M)dM$$

где је *f* тзв. почетна функција масе (енг. *initial mass function* – IMF), $f(M) = AM^{-\beta}$ (*Salpeter* 1955). Ова форма IMF је задовољавајућа за интервал маса са којим радимо. Према *van den Bergh*-у (1988) звезде-родитељи SN II имају почетне масе $8\mathcal{M}_\odot \le M_{II} \le 18\mathcal{M}_\odot$ које одговарају раним B спектралним класама, док ће усамљене O или W -R звезде маса $M_{Ib} \ge 18\mathcal{M}_\odot$ постати SN Ib. SN Ic у то време нису биле препознате као посебна класа[2]. Није било покушаја да се на неки начин раздвоје SN типа Ib од Ic ни каснијих година. Иако садржи велик број претпоставки, илустративно је поновити претходно поменут поступак користећи се новим подацима. Да би одредили границе маса за звезде-родитеље SN Ib/c из масеног спектра формирања звезда потребно је да знамо IMF и SNR за дате типове SN. Усвојићемо, као и горе поменути аутори, *Miller-Scalo* (1979) функцију масе са $\beta = 2.5$, горњу границу за звезде-родитеље колапсирајућих супернових $M_U = 100\mathcal{M}_\odot$ и унапред фиксирану доњу границу од $M_L = 8\mathcal{M}_\odot$ у сагласности са теоријом (*Nomoto* 1984, *Woosley & Weaver* 1986).Скорије одређене учестаности супернових, тј. релативни односи који нас интересују, дати су у табели 2. SNR за дати тип супернове и матичне галаксије дефинисана је као:

$$\nu = \frac{N}{T}[SNu]$$

где је *N* број супернових откривен у датом узорку галаксија током укупног контролног времена *T*, у јединицама 1SNu = SN по $10^{10}L_\odot$ у 100 год. Укупно контролно време укључује у себе луминозност галаксије као нормализациони фактор, будући да је показано да она корелира са SNR, као и вероватноћу откривања супернове, која зависи од апсолутног сјаја тј. фотометријског типа SN која је у питању (видети *Cappellaro et al.* 1997, *van den Bergh & Tammann* 1991). Наша првобитна намера је била да се у потпуности користимо резултатима које су у својој студији добили *Cappellaro et al.* (1999), будући да код њих постоји добро дефинисано контролно време. Контролно време је од највеће важности за коректно одређивање SNR, што подразумева елиминацију свих SN случајно откривених, за које је *T* недефинисано. Нажалост, статистика је била недовољно сигурна да би се раздвојиле огољене супернове, које су из тог разлога узете заједно као тип Ib/c у радовима *Cappellaro et al.* (1997, 1999). Ипак, велика већина SN Ib/c, као новијих типова, откривена је или посматрана у систематским потрагама за суперновама, што значи да, иако је нама непознато, добро дефинисано појединачно контролно време постоји и укупно се може израчунати. Кључна ствар јесте да је ово контролно време исто за SN Ib и Ic, које су фотометријски неразлучиве или у најмању руку врло сличне! Другим речима, селекциони ефекти подједнако утичу на SN Ib, односно Ic, тако да, у овој прелиминарној анализи можемо узети:

$$\frac{\nu_{Ib}}{\nu_{Ic}} = \frac{N_{Ib}}{N_{Ic}} \approx \frac{\bar{N}_{Ib}}{\bar{N}_{Ic}}$$

где је $\bar{N}$ укупан број забележених SN. Као базу података користићемо *Asiago Supernova Catalogue* – *ASC* (*Barbon et al.* 1999), верзију из октобра 2004. Одређена је горња граница црвеног помака $z = 0.03$ како би се добијени резултати односили на стопу супернових у локалном универзуму. Резулати су приказани у последњој колони табеле 1. Ако усвојимо да, у средњем, приближно 83% свих колапсирајућих супернових је типа II, а само 6 и 11% редом типа Ib и Ic, из:

$$\frac{\int_{M_L}^{\bar{M}_{Ib}} M^{-\beta}dM}{\int_{M_L}^{M_U} M^{-\beta}dM} = \frac{\nu_{II}}{\nu_{cc}} \quad \text{и} \quad \frac{\int_{\bar{M}_{Ic}}^{M_U} M^{-\beta}dM}{\int_{M_L}^{M_U} M^{-\beta}dM} = \frac{\nu_{Ic}}{\nu_{cc}}$$

добијамо $\bar{M}_{Ib} \approx 24\mathcal{M}_\odot$ и $\bar{M}_{Ic} \approx 31\mathcal{M}_\odot$. Добијене вредности почетних маса кореспондирају са масивним краткоживећим O звездама. Ако су ове звезде истинске звезде-родитељи SN Ib/c, свој живот окончаће недалеко од места где су рођене. Табела 2. даје асоцираност O звезда различитих поткласа са H II областима. Видимо да се раније поткласе много чешће срећу у H II областима, од касних, са O8 као прелазном поткласом (слика 3.). За поткласе касније од O8 животни век τ почиње значајно да расте, што звездама даје довољно времена да напусте место свог рођења. Најближе претходно добијеној вредности за $\bar{M}_{Ib}$ су управо звезде O8 са масом од $M = 23\mathcal{M}_\odot$ (из *Allen's Astrophysical Quantites, Cox* 2000).

2 У свом раду *van den Bergh* (1988) користи однос огољених (Ib) према колапсирајућим суперновама (Ib+II): $\nu_{se}/\nu_{cc} \approx 0.26$

	ν [SNu]		ν_{se}/ν_{cc}	$\bar{N}_{Ib}/\bar{N}_{Ic}$
тип	Ib/c	II		
E – S0	< 0.01h²	< 0.02 h²	–	–
S0a – Sb	0.11 ± 0.06 h²	0.42 ± 0.19 h²	0.21	0.92[c]
Sbc – Sd	0.22 ± 0.07 h²	0.86 ± 0.35 h²	0.14	0.45
Остале[a]	0.22 ± 0.16 h²	0.65 ± 0.39 h²	0.25	0.42
Све	0.08 ± 0.04 h²	0.40 ± 0.19 h²	0.17	0.53[b]

[a] Остале укључују типове Sm, Irr и Pec.
[b] Однос SN Ib за $i \leq 45°$ је 0.51, тј. 0.55 за $i > 45°$ – практично се не мења у зависности од инклинације галаксије
[c] Ова висока вредност је вероватно последица статистике малих бројева

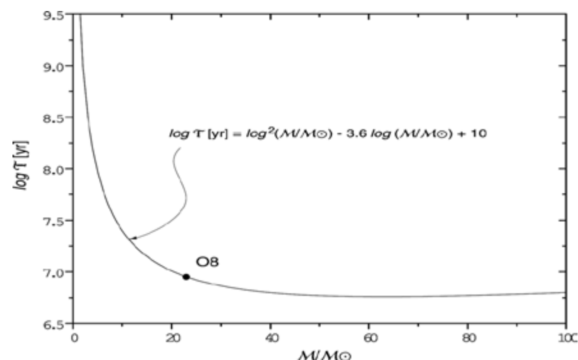
Табела 1. Учесталост супернових у јединицама SNu за различите типове SN и галаксија, из Cappellaro et al (1999). Hubble-ов параметар је h = H_o /(75 kms^{-1}Mpc^{-1}). Претпоследња колона даје однос учесталости огољених (Ib/c) и колапсирајућих SN(Ib/c + II). У последњој колони је однос SN Ib и Ic нађен у овој студији.

С обзиром на квалитативан карактер анализе и грешку у SNR, можемо последњу вредност усвојити као доњу границу за звезде-родитеље огољених супернових. Ако је полазна претпоставка о усамљеним звездама-родитељима тачна, анализа показује да SN Ib настају код звезда са масом на главном низу у распону $23\mathcal{M}_\odot \leq \bar{M}_{Ib} \leq 30\mathcal{M}_\odot$, док су звезде-родитељи SN Ic масивне звезде $M_{Ic} \geq 30\mathcal{M}_\odot$, поткласа ранијих од O7. Снажнија асоцираност SNe Ib/c и H II области, у односу на SN II, је међутим још увек несигурна (*Van Dyk et al.* 1996), а самим тим и сценарио усамљене звезде. Алтернативно, огољене супернове могу настати у ТДС као резултат попуњавања Рошове запремине звезде-родитеља и преноса масе на компоненту-пратиоца.

локација	спектралне поткласе					
	O5	O6	O7	O8	O9	O9.5
у светлим HII областима	4	8	8	14	3	2
у бледим HII областима	2	2	2	6	6	3
нису у HII областима	2	6	3	15	16	12

Табела 2. Асоцираност O звезда са HII областима, преузето из *van den Bergh* (1988)

Према раду *Nomoto et al.* (1994) пре-супернове (енг. *presupernova* – звезда непосредно пре експлозије) SN Ic могле би бити масивне C/O звезде у ТДС, формиране након две фазе преноса масе, током којих су уклоњени, редом, *H* и *He* омотач. Слично, *Woosley et al.* (1995) моделирали су прогениторе тј. пре-супернове SN Ib као He звезде у ТДС – само прва фаза преноса масе је укључена у модел. У принципу, само звездани ветар који је јачи за звезде већих маса овде не игра најважнију улогу, те би SNe Ib/c практично настале из исте популације звезда-родитеља, као и SN II. Ако би се SN Ic поново јављале само код масивнијих звезда, за интервал 8 – 100$\mathcal{M}_\odot$ сада примењен на звезде-родитеље огољених супернових, из:



Слика 3. Просечан животни век звезда у функцији масе, у интервалу 1 – 100 $\mathcal{M}_\odot$. За усвојену релацију видети van den Bergh (1990).

$$\frac{\int_{\bar{M}_L}^{\tilde{M}_{Ib}} M^{-\beta} dM}{\int_{\tilde{M}_{Ib}}^{M_U} M^{-\beta} dM} = \frac{\nu_{Ib}}{\nu_{Ic}}$$

имали бисмо $\bar{M}_{Ib} \sim 10\mathcal{M}_\odot$ (што приближно одговара класи B2). Ово је међутим мало вероватно, будући да постоје многи други важни(ји) параметри који се морају узети у убзир за одређивање стопе формирања пре-супернових у ТДС, као близина пратиоца, ротација и металичност (важни и у случају усамљених звезда). Као последица, вероватно постоји знатно поклапање у почетним масама за ове звезде. Могуће је да се и додатни параметри могу довести у везу са почетном масом звезда-родитеља, међутим, анализа би у овом случају била знатно компликованија и укључивала формирање и еволуцију ТДС. Какав год да је коначан сценарио, само из мале учесталости SN Ib/c и нагиба IMF може се закључити да су ово ретки догађаји.

Литература:

- Arnett D., 1996, Supernovae and Nucleosynthesis (Princeton: Princeton University Press)
- Fillipenko A.V., 1997, ARA&A, 35, 309
- Woosley S.E., Weaver T.A., 1986, ARA&A, 24, 205

Supernovae – Bojan Arbutina

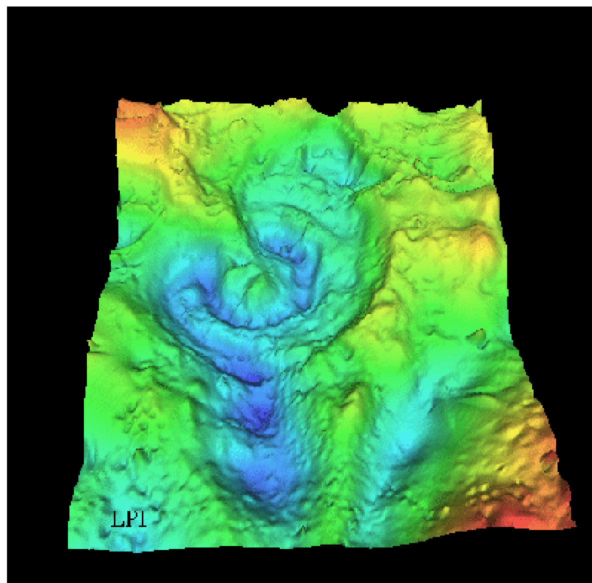
This article deals with the classification of supernovae (SNe), their rates, progenitors and physics of supernova explosions. It also reflects attempts to bring a particular class of SNe - the stripped-envelope SNe in connection with their progenitors by using stellar initial mass function (IMF) and measured SN rates.

УДК - 56.071.4

Марко Сталевски
Студент астрофизике, Математички факултет, Београд

Масовни вулканизам – убица са краја перма?

У последњих 500 милиона година пет пута је живот на Земљи претрпео изумирања огромних размера. Слична масовна изумирања вероватно су се одигравала и раније али тек од тзв. „камбријске експлозије", тј. наглог развоја разноврсности животних облика, научници имају довољно фосилних налаза за спровођење систематичних студија. У почетку истраживања палеонтолози су веровали да су у питању поступни догађаји изазвани комбинацијом климатских и биолошких фактора. То схватање се променило 1980. када је геолог Волтер Алварез (*Walter Alvarez*) са својим оцем, физичарем Лусиом Алварезом (*Luis Alvarez*), предложио теорију по којој се, широј јавности најпознатије изумирање које је пре 65 милиона година донело пропаст диносаурусима, догодило веома брзо, услед катастрофе екосистема изазване ударцем астероида.



Чиксулаб кратер (Chicxulub Crater)
Љубазношћу: PASS

Удар са неба

Сценарио који су предложили Волтер и Луис Алварез и њихов тим данас је добро познат: астероид пречника 10 *km* удара у Земљу страховитом јачином, диже у атмосферу огромне количине прашине која блокира Сунчеву светлост, тиме онемогућава процес фотосинтезе, што доводи до изумирања биљака и фитопланктона. То затим, због прекида у ланцу исхране, доводи до нестајања читавог низа других врста које од њих зависе. То је све праћено глобалним ватреним стихијама и киселим кишама. Када се после неколико година прашина слегне, слабије прилагодљиве организме који су преживели овај период, докрајчило би глобално загревање због повећања концентрације CO_2 услед поменутих ватрених стихија. Овај сценарио је добро поткрепљен доказима и данас је опште прихваћен. Ту је пре свега иридијум, у хиљаду пута већој концентрацији од нормалне, пронађен у слојевима седимената широм целог света на граници геолошких раздобља креде и терцијара (тзв. К-Т граница), која одговара времену од пре 65 милиона година. Хипотезу удара додатно оснажују трагови који настају на високим температурама и притисцима, као што су нарочите врсте кварца, стаклене сферуле, тектити, као и разни други гео-хемијски трагови на К-Т граници који сведоче о променама у атмосфери и клими. Ова хипотеза је коначну потврду доживела открићем ударног кратера одговарајуће величине и старости код мексичког полуострва Јукатан. Међутим, давно пре него што су диносауруси тумарали Земљом, живот на Земљи је претрпео знатно тежи ударац. Пре 250 милиона година копно и океани су бујали од живота. То је био перм, златно доба биолошке разноврсности, пред својим крахом. Тада је, према фосилним налазима, у геолошки веома кратком временском интервалу живот готово потпуно збрисан са лица Земље. Изумирање које је окончало владавину великих рептила уништило је 60% живог света; убица са краја перма лишио је Земљу 95% облика живота. По-

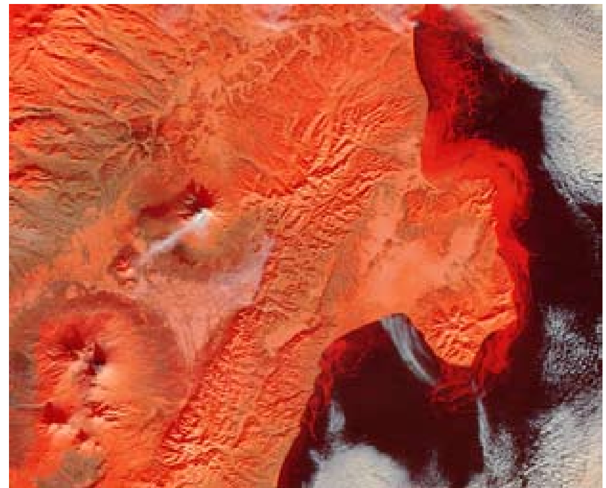


К-Т изумирање (уметничка визија)
Љубазношћу: NASA

што је теорија удара са великим успехом објаснила К-Т изумирање, покушано је са применом истог сценарија и на остала четири велика изумирања. Најпре су и код изумирања са краја девона и са краја тријаса пронађени трагови иридијума. У случају „Великог изумирања” које је означило крај перма и почетак терцијара (P-Tr граница), на које ћемо се фокусирати, у неким молекулима угљеника пронађено је нешто за шта се верује да је заробљени гас ванземаљског порекла, што такође иде у прилог хипотези удара. А у мају 2006. године, испод источне Антарктичке ледене плоче, мерењима флуктуација гравитационе силе помоћу сателита, откривена је концентрација масе, тзв. „маскон”, што лаички речено представља „чворугу”, тј. последицу удара. Маскон је окружен прстенстом структуром која је видљива у радио-слици подручја и која својом величином и првим проценама старости подржава хипотезу удара, па су неки медији већ пренели како је пронађен убица са краја перма. Међутим, такав маскон је могао да настане и неким другим геолошким процесима, па ће тек даља истраживања показати да ли се ради о месту удара. У међувремену, се гомилају докази који воде истрагу у другом правцу. Пре свега, у случају P-Tr изумирања, изостао је крунски доказ. Наиме, у геолошким налазиштима на P-Tr граници није пронађен отисак убице – иридијум у високим концентрацијма. Даље, новија истраживања фосилних налаза указују да је изумирање било постепеније и да се протезало током стотина хиљада, па и милиона година, што не иде у прилог брзој катастрофи коју налаже хипотеза удара. И коначно, подаци о променама концентрација одређених изотопа атмосферског угљеника сугеришу да је биосфера претрпела низ дуготрајних погубних утицаја, а не један катастрофалан ударац.

Удар из дубине

Даља истрага је указала на новог главног осумњиченог – вулканизам огромних размера, много већих него што је човечанство икада видело. По геолошким доказима, у последњих 300 милиона година догодило се 12 ерупција већих размера на копну и још неколико у океанима. Од тог броја, три велике ерупције се временски подударају са великим изумирањима, и још неколико са изумирањима мањег интензитета. У случају изумирања са краја перма, кривац је лоциран у великој базалтној вулканској области у Сибиру. Вулканизам на биосферу може да утиче на више начина. Да би изазвао масовно изумирање његови ефекти морају бити на глобалном нивоу и морају да утичу како на живот на копну, тако и на живот у мору. Краткорочни ефекти вулканских ерупција на климу су добро познати. Највећа ерупција XX века, Маунт Пинатуба, 1991. изазвала је пад глобалне температуре од 0,5° услед повећања концентрација вулканског пепела и аеросоли у стратосфери. Ерупција вулкана Лаки на



Полуострво Камчатка током јануара 2004. године. Црвена боја показује област захваћену ерупцијом вулкана Sheveluch (3283 *m*) и Klyuchevskaya (4835 *m*). Љубазношћу: Jeff Schmaltz, MODIS Rapid Response Team, NASA/GSFC

Исланду 1783-1784 имала је катастрофалне последице по живот на острву и изазвала глобални пад температуре од 1°. Отровни гасови које избацују вулкани, као што су хлор и флуор, изазивају локална пустошења, а хлор погубно утиче и на заштитни слој озона. Набројани ефекти трају свега неколико месеци или година, док се пепео и отровне материје кишом не исперу из атмосфере. Тада полако на сцену ступа ефекат staклене баште услед CO_2 који се у великим количинама избацује приликом ерупције, и знатно дуже се задржава у атмосфери од осталих избачених гасова. Све ово важи за ерупције из скорије историје. Ерупције које су се догодиле у Сибиру пре 250 милиона година, својим размерама далеко превазилазе све што је човечанство имало прилике да види. Ове ерупције су, са прекидима, трајале више стотина хиљада, па и милиона година. Током и након сваке ерупције уследила би тзв. „вулканска зима”: смањено Сунчево зрачење на површини Земље, повећана отровна испарења и киселе кише, проблематична фотосинтеза и прекиди у ланцу исхране. Сваких неколико стотина година, тек што би средина почела да се опоравља од деценију дуге ерупције, уследила би нова. На ове краткотрајне „вулканске зиме” надовезује се дугорочни тренд глобалног загревања изазван угљен-диоксидом избаченим у ерупцијама. Међутим, процењено је да би тако повећана концентрација CO_2 изазвала раст глобалне температуре до 5°, што је довољно да истреби многе врсте, али не и да изазове помор размера о којима сведоче фосилни налази на P-Tr граници. Да би разрешили овај последњи део загонетке геолози су се удружили са органским хемичарима у потрази за хемијским „фосилима” – биомаркерима. Наиме, неки организми остављају за собом органске молекуле који успевају да преживе распад њихових тела и остају заробљени у седиментним стенама. Ови био-

маркери могу да послуже као доказ о давно несталим облицима живота који не остављају скелетне фосиле. На пример, многе врсте микроба остављају трагове карактеристичних липида из својих ћелијских мембрана који се могу открити нарочитом врстом масене спектрометрије. Биомаркери са P-Tr границе указују да су током „Великог изумирања" океани били у стању са изузетно ниским процентом кисеоника – аноксији. Откривен је велики број остатака фотосинтетичке зелене сумпор бактерије која данас насељава аноксичне морске средине као што су велике дубине неких језера и Црно море. Оне добијају енергију тако што врше оксидацију хидроген сулфида (H_2S), гаса који је веома отрован по већину животних облика. Присутност биомаркера ове бактерије која може да опстане само у срединама без кисеоника, у слојевима седимената који су крајем перма одговарали плитким морским срединама, указује да је тада чак и површина океана била без кисеоника, а богата H_2S. Данас је концентрација кисеоника у океанима прилично уједначена зато што се апсорбује на површини из атмосфере и преноси ка дну. Само у ретким околностима, какве владају у Црном мору, на одређеним дубинама јавља се аноксично стање које омогућава анаеробним организмима да опстају у води и производе хидроген сулфид. Са порастом концентрације H_2S се креће навише, и сусреће кисеоник који се спушта ка дну. У нормалним условима ова два слоја су у равнотежи, а њихова додирна површина, која се назива хемоклин, је стабилна. Међутим, ако дође до пада концентрације кисеоника у океанима, услови постају наклоњени поменутим бактеријама које почињу обилније да се размножавају и ослобађају веће количине H_2S. Ако концентрација H_2S пређе одређену критичну вредност, хемоклин, који раздваја воде богате кисеоником и хидроген сулфидом, би се нагло померио ка површини и као резултат, велике количине овог отровног гаса би биле ослобођене у атмосферу. Истраживања показују да је крајем перма у океану било произведено довољно H_2S да изазове помор и на копну и у мору. Али овај отрован гас није био једини убица. Хидроген сулфид би такође напао и Земљин озонски омотач који штити живот од ултраљубичастог (UV) зрачења. Доказ да се такав поремећај десио у озонском омотачу нађен је у фосилима спора на Гренланду на којима се виде трагови дуготрајне изложености UV зрачењу високог интензитета. Фитопланктон је веома осетљив на UV зрачење, што можемо да видимо и данас испод „рупа" у озонском омотачу, нарочито на Антарктику, где биомаса фитопланктона нагло опада. А како су ови организми на самом дну ланца исхране, њихово уништење би довело до масовног помора. Такође, услед великих количина CO_2 и H_2S, концентрација кисеоника у атмосфери би знатно опала. Налази указују да је пре 250 милиона година концентрација кисеоника износила 16%, наспрам 21% колико износи данас. То значи да су само ниже надморске висине биле настањиве.

Епилог

Пошто је и последњи део на свом месту, коначно можемо да реконструишемо цео ток драматичних догађаја који су готово истребили живот на Земљи. Пре око 250 милиона година, прорадила је велика вулканска област у Сибиру. Ерупције огромних размера, са прекидима, протезале су се дуж више стотина хиљада, а по неким проценама и до неколико милиона година. После сваке ерупције, након краткотрајне „вулканске зиме", услед повећања концентрације CO_2 појачава се ефекат стаклене баште и долази до раста глобалне температуре. Повећана температура и концентрација CO_2 отежавају океанима да апсорбују кисеоник из атмосфере, па настају услови који иду на руку анаеробним бактеријама које производе велике количине H_2S. Први на удару је живот у океанима, како због недостатка кисеоника, тако и због отровног H_2S. Убрзо овај отрован гас изазива и помор на копну, а коначан ударац задаје нападом на озонски омотач. Као резултат 96% морских и 70% копнених врста је истребљено. Последњих година се гомилају докази који сугеришу да је сличан сценарио одговоран за још нека од масовних изумирања. Намеће се питање да ли, и колико људска врста треба да стрепи? Данас је концентрација CO_2 око три пута мања од критичне. Међутим, по проценама раста, ова вредност би могла бити достигнута већ крајем идућег века. То ће успоставити услове да поново отпочне аноксија океана. Да ли ће тада точкови овог пакленог механизма поново бити покренути? Надамо се да људи никада неће бити у прилици да то непосредно сазнају.

Литература

- Ward D. P.: october 2006, "Impact from the Deep", Scientific American
- White V. R.: 2002, "Earth's biggest 'whodunnit': unravelling the clues in the case of the end-Permian mass extinction", Department of Geology, University of Leicester

Овај чланак рађен је под руководством др Дејана Урошевића и мр Драгане Илић у оквиру предмета Методика наставе и историја астрономије. (Примљено маја 2007)

Massive vulcanism, the end of Perm killer – Marko Stalevski

The paper describes the possibility that extention of species including the dinosaurus was a concequence of numeruos vulcanic eruptions which poluted atmosphere with ashes and toxic gases, thus diminishig the survival probability of various species. There are indications that those vulcanoes were in Siberia.

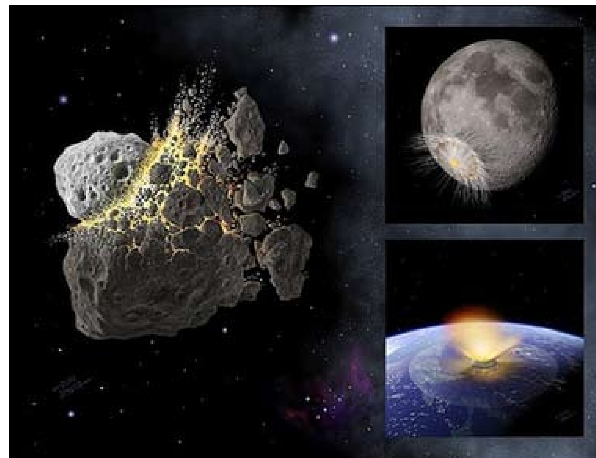
Додатни коментар:

Распад астероида који је уништио диносаурусе

Трио истраживача са *Southwest Research Institute* у Колораду објавио је септембру 2007. године рад у коме су изумирање диносауруса пре 65 милиона година повезали са сударом који се одиграо у астероидном појасу неких 100 милиона година раније. Према њиховом истраживању, Астероид (298) *Baptistina*[1] и цела породица астероида која дели исту путању у давној прошлости били су једно тело пречника око 170 *km*. Судар са другим астероидом доводи до формирања јата камених остатака од којих је према симулацијама око 300 било пречника већег од 10 *km* и око 140 000 чији је пречник изнад 1 километра. Еонима након судара фрагменти су под дејством гравитационих сила планета, Сунца па чак и тзв. Јарковски[2] (*Yarkovsky*) ефекта лутали у потрази за стабилним орбитама. Како симулација показује, један од пет фрагмената је био извучен из астероидног појаса и кренуо ка унутрашњим планетама Сунчевог система. Један од њих, пречника око 10 *km* је пре 65 милиона година завршио свој пут ударивши у Земљу у близини полуострва Јукатан. Начинивши кратер пречника 180 *km* утицао је на глобалну промену климе и проузроковао масовно изумирање живог света на нашој планети. Анализом узорака материјала из самог кратера пронађени су угљенични хондрити, што иде у прилог потврди теорије јер је астероид *Baptistina* истог састава. Симулација је такође показала да постоји вероватноћа од око 70% да је фрагмент пречника четири километра одговоран за настанак кратера Тихо насталог пре 108 милиона година. Како у овом случају не постоје узорци са лица места закључак се ослања само на резултате добијене симулацијом. Према ауторима фрагменти *Baptistina* породице су свој максимум бомбардовања имали пре 50 до 100 милиона година, али и данас представљају претњу јер око 20% астероида који пролазе близу Земље имају путање које се могу повезати са поменутим догађајем.

1 *298 Baptistina*, откривен септембра 1890. године од стране француског астронома *Auguste Charlois* (током свог боравка и рада у Ници, открио је 99 астероида).

2 Јарковски ефекат је сила која делује на тела која се неравномерно загревају што узрокује стварање обртног момента. Утицај ове силе је најуочљивији на телима величине до 10 *km* (метеороиди и/или астероиди). Ефекат је учио руски инжењер Иван Осипович Јарковски (*Ivan Osipovich Yarkovsky* (1844–1902)), који се у слободно време бавио решавањем разних научних проблема. Године 1900, приметио је да свакодневно загревање тела које ротира у свемиру доводи до стварања силе, која иако слаба у дугим временским интервалима може значајно да утиче на орбите малих тела. Скоро десет година касније, рад је дошао у руке Естонском астроному Опику (*Ernst J. Öpik* (1893–1985)), који ће га тек након десет година поново узети у разматрање. Ефекат је први пут измерен код астероида 6489 *Golevka* у периоду 1991-2003.



Распад родитељског астероида и настанак астероида (298) Baptistina.
Љубазношћу: Southwest Research Institute.(AFP/HO/ Don Davis)

Горан Павичић

Према: Bottke, W. F., D. Vokrouhlicky, and D. Nesvorny. Nature 449, 48-53

The asteroid breakup that wiped out the dinosaurs – Goran Pavičić

The extinction of the dinosaurs 65 million years ago can be traced to a collision between two asteroids nearly 100 million years earlier.

УДК - 291.21 + 52-126

мр Еди Бон
Астрономска опсерваторија, Београд

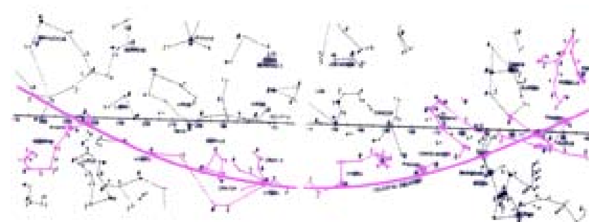
На граници археологије и астрономије

Од увек су небеске појаве имале важан утицај на животе људи, поготову оне које су указивале на промене временских услова, а тиме и играле важну улогу у њиховој егзистенцији. Зато су прављени календари који су везивани за периодичност небеских појава, не би ли се тиме предвидео надолазак река или подесније време за сетву. Календарима се, обично бавио посебан слој друштва (претежно врачеви, свештеници или астролози) којима је циљ зато био у предсказивању, односно прорицању. Нарочито важну улогу имало је тумачење „божанских порука са неба", како због сујеверја, тако и због ритуалних жртава које је требало принети ради удовољавања боговима. Због тога су тачније календаре имали управо они народи који су се бавили земљорадњом, па су ради бољих приноса у тачно зацртаном тренутку сејали или обрађивали њиве, или пак у ту сврху приносили жртве својим божанствима. Тако код народа Јужне и Средње Америке налазимо календаре прављене због обреда жртвовања у којима су се чупала људска срца или су се окупљале читаве војске које су покољем туђих села приносиле жртву ради бољег приноса. Ова корелација астрономије и прорицања стављала је праастрономију на веома важно место, а људе који су се њоме бавили на висок положај у друштву (свећеници, астролози и сл.). Међутим, то место је захтевало и велику одговорност. Тако се, на пример, у делима која се приписују Конфучију, помиње да су два дворска астронома погубљена јер нису предсказала једно помрачење Сунца 2137. године пре нове ере. Ми данас можемо, вршећи реконструкцију положаја Месеца и Сунца израчунати да се, заиста десило једно тотално помрачење Сунца у главном граду Кине 22. октобра баш те године. Интересантно је, да се из бележака које су Кинези у то време водили посматрајући небо, може пратити узастопна појава Халејеве комете три хиљаде година уназад. Сличне податке бележили су и Египћани који су јако велики значај посвећивали тзв. Псећој звезди, односно Сиријусу (*Миланковић*, 1979). Овакве реконструкције изгледа неба могу нам омогућити прецизније временско лоцирање, па чак и објашњење неких археолошких налаза и идеје за решење неких великих археолошких мистерија. Једна таква мистерија је везана за култ бога Митре. Митра се на свим иконографским представама, унутар њему посвећених храмова, од Северне Европе па до Мале Азије, приказује у виду младића који убија бика (тауроктонија). На њима се налазе представе знакова сазвежђа, што директно асоцира да тауроктонија има астрономско објашњење, вероватно везано за некадашњи положај тачке пролећне равнодневице у сазвежђу Бика. Због прецесије осе Земљине ротације, положај тачака равнодневица на небу креће се ретроградно дуж еклиптике, за око 50" годишње. Целокупни период прецесије траје око 26 000 година, и то значи да се тачка пролећне равнодневице у једном сазвежђу задржава око 2200 година. Данашња зодијачка сазвежђа се разликују по величини од античких, па се и пребивања еквинокција у њима разликују од сазвежђа до сазвежђа. Као што је познато, сада је тачка пролећне равнодневице у сазвежђу Риба. Већина сачуваних иконографских претстава митраизма потиче из времена Хеленизма и Римског царства, а при том знамо да се у то време тачка пролећне равнодневице налазила у Овну, у који је ушла око 2000 година пре нове ере. Одавде је логичан закључак да је овај мит, ипак настао много раније (бар око 2000 године пре нове ере, можда као сећање на неки други старији култ). У рана времена, такве појаве преузимања и преписивања су биле честа појава. Многа знања су се ширила из старијих цивилизација, као



Слика 1. Иконографски приказ Митре који убија бика. Испод бика се уочавају пас, лав, пехар, змија, врана и шкорпија (представљају екваторијална сазвежђа у време пре 4000 година)

што су египатска и месопотамска, где су се људи већ дуго бавили посматрањима неба, па самим тим имали и развијен својеврстан математички апарат за предвиђање небеских појава (помрачења Сунца или Месеца) или рачунање календара (рачунање важних датума за пољопривреду). Један тако значајан догађај као што је померање тачке пролећне равнодневице, вероватно је био вредан оснивања једног култа, око бога тако моћног да изврши такво померање читавог неба (*Ulansy*). Међутим, водећи археолог и историчар митраизма, славни Франц Кимон (*Franz Cymont*) био је мишљења да је „Митхрас" заправо, грчко име много старијег персијског бога Митре, који је представљао светлост и истину, и за кога се веровало да је заштитник уговора и споразума (*Cymont*, 1956). Ипак, Кимон се није много трудио у објашњењу митраистичког мита о постанку и тауроктоније, за које је мислио да су просто преузете из древне вавилонске митологије. Како је познавао староперсијски мит о постанку по коме зли бог Ариман убија бика из чије крви и тела потичу сва жива бића на Земљи (што је веома слично миту о постању у Митраизму), Кимон је то искористио у објашњењу тауроктоније у митраизму (*Krupp*, 1997). Кимон је сматрао да је обожавање Митре доспело до Персије преко аријских веда и химни, и било је везано за персијску реч „Михр" што значи Сунце. По Авести, Митра је гениј небеског светла. Он се појављује пре изласка Сунца на обронцима брда и планина. Током дана он путује својим кочијама са четири бела коња, а ноћу осветљава треперавом светлошћу површину земље „увек будан, увек посматра". Он није ни Сунце, ни Месец, ни звезда, него „са својих хиљаду ушију и хиљаду очију" посматра свет. Обожаван је и као „господар широких пашњака", као онај који даје плодност, обезбеђује раст вегетације, изобиље, потомство и живот, тако што просипа небеску воду и чини да биљке расту из земље. Не доноси само материјално благостање, већ и духовне врлине. Митра „будан и недреман", штити оно што је Мазда створио. Он побеђује зле духове. Неколико пута појављује се у друштву са Ахуром, два божанства чине пар, Небеска светлост и Небо само, су по својој природи нераздвојни. Ариман влада у краљевству таме, а Митра заузима место између њега и небеса (*Cymont,* 1956). У Персији, Митру није могла потиснути ни Заратустрина реформа (средина VI века п.н.е.). У време Заратустрине реформе, Митра постаје другостепено божанство персијског Пантеона и претворен је у оруђе Ахура Мазде. Око 550. год. Митра поново постаје врховно божанство персијске религије (Херодот, Ксенофонт и Плутарх говоре о њему као о врховном персијском божанству.) На неким местима у Авести помиње се као бог рата и поштован је у високим војним круговима. Постоје и представе Митре наоружаног копљем, на коњу (*Цуњак,* 1980). Цитирајући Птоломеја, који каже да је ово моћно соларно божанство било обожавано у свим земљама које су се протезале од Индије до Асирије, Кимон сматра да је он једини бог из предела Ирана чије је име било популарно у античкој Грчкој и био је утемељен пре него што се проширио Римском империјом (*Cymont,* 1956). Његове догме и литургијске традиције биле су чврсто утемељене од почетка његовог ширења. Митра је повезан са Хелиосом, али му није био потчињен, а његово персијско име у литургији никада није било замењено преводом као што је то био случај са другим божанствима. Митраистички култ Римљана, по Кимонту (1956) има азијско порекло. Најранији познати писани документ о митраизму потиче од грчког историчара Плутарха који је 67. године пре нове ере повезивао митраизам са килилкијским гусарима. Овај мањак писаних доказа није чудан, јер су Митрини верници били заветовани на ћутање и чување тајни, те нису оставили никакве писане документе за собом. Све што је преостало јесу иконографски прикази Митре који убија бика (слика 1). На њима се поред Митре и бика готово увек налазе и пас, змија, врана, шкорпион, пехар, а понекад и лав. Немачки археолог К. Б. Штарк (*K. B. Stark*), је још 1869. године, ове допунске мотиве повезао са сазвежђима. По њему су сазвежђа која су одговарала мотивима на икони били: *Canis Minor* – пас, *Hidra* – змија, *Scorpyus* – Шкорпија, *Corvus* – врана, *Crater* – пехар, *Leo* – лав. Како се нека од ових сазвежђа нису помињала у миту о постанку, Кимон је био убеђен да ови мотиви немају астрални карактер већ да су преузети из персијских митова, па је његов велики углед дуго очувао „персијски педигре" Митре, све до 1970-их година, када археолози озбиљније разматрају пронађене Плутархове исказе о медитеранском пореклу митраизма, из провинције Киликије и града Тарса, у Малој Азији (*Krupp*, 1997). Још неки истраживачи су дали образложења која иду у прилог астралном карактеру иконографије везане за Митру. Тако је, на пример, Михаел П. Спајдел (*Michael P. Speidel*) тврдио да је поред већ поменутих сазвежђа, Митра представљен сазвежђем Ориона, ловца који традиционално побеђује бика. Овим укључивањем Ориона дошло се у раскорак са самом представом Митре који седи на бику, те је Спајдел то објаснио као збацивање Митре са бикових леђа приликом борбе, што и није било баш нарочито убедљиво објашњење. Неминовно је да је Шпајделова идеја, о томе да срж ове мистерије лежи у екваторијалним сазвежђима имала пуно смисла, јер су поменута сазвежђа заиста сачињавала небески



Slika 2. Приказ екваторијалних сазвежђа пре 4000 година

екватор у време кад се тачка пролећне равнодневице налазила у Бику. Тако долазимо до можда, најинтересантније идеје објашњења тауроктоније, које је понуђено од историчара религија Дејвида Џулансија (*David Ulansey*), 1989. године у књизи „*The Origin of The Mithraich Mysteries*". Он је убијање бика повезао са померањем тачке пролећне равнодневице услед прецесије, из Бика у Овна, те је тако надоградио идеју да су сви поменути иконографски мотиви заиста били екваторијална сазвежђа у време кад је тачка пролећне равнодневице била у Бику. Појаву лава на неким приказима тауроктоније (претежно из каснијег периода) објаснио је тиме што се у то време тачка летњег солстиција налазила у сазвежђу Лава (*Ulansy*, 1989). Лав се чешће појављује на споредним приказима, најчешће у комбинацији са Океаном, као приказ који претставља елемент ватре, као на пример, код сцене Митриног рођења, где се Митра налази између Океана и лава (*Зотовић*, 1973). Према овом аутору, како је Тарс у првом веку пре нове ере био интелектуални центар стоичке филозофије, па су под утицајем Хипарховог проналаска прецесије (око 128. год. п.н.е), астрално настројени стоици повезали „померање небеске сфере" (односно тачке пролећне равнодневице) са моћним богом који може да помера небо. Џуленси тврди да су стоици у Тарсу повезали ову натприродну снагу са оснивачем свога града Персејем. Сазвежђе Персеја налази се непосредно изнад сазвежђа Бика, и још од од V века п.н.е. представља се као младић који држи бодеж и носи фригијску капу, баш као и сам Митра (*Ulansy*, 1991). Капа коју Персеј носи је, по митологији, божији дар који чини оног који је носи невидљивим. Нимфе су поклониле ову капу Персеју да би му помогле у његовом највећем делу (убиство Горгоне Медузе). У грчкој и римској иконографији, особа која носи фригијску капу представља Персијанца, Анадолца или једноставно Оријенталца. Веза између Митре и Персеја датира још из времена Херодота који је веровао да је Митра повезан са Персијанцима. Херодот је сматрао да су Персијанци и Персија добили име по Персеју. Ова идеја датира још из V века пре нове ере, а тако се може објаснити и фригијска капа коју носи Митра. Најранија веза између Митре и Персеја је у Стацијевом делу „Тхебаид" (80.г. н.е.), у којем наводи да „Митра савија рогове међу стенама персијске пећине". Веровали су да је Персеј син Персеуса и Андромеде, а да Персеи (Персеј) није ништа друго него генитив од Персеус. Персијска пећина је, према томе, Персеусов храм (*Ulansy*, 1989). Како је Персеј, иначе приказиван како се у друштву Аполона надмеће у борби са лавом и биком (на новчићима из четвртог века п.н.е., онда је могућа његова идентификација са овим божанством. Пар укрштених ногу (слика 1); задња бикова укрштена са десном Митрином, симболизују еквинокције (*Krupp*, 1997). Занимљива је централна епизода Митрине иконографије из римског доба: Бог Сунца је послао свог гласоношу да оде до Митре и наредио му је да жртвује бика, што је Митра и учинио. Тада се десило величанствено чудо, бели бик се претворио у Месец, Митрин огртач се претворио у небо са сјајним планетама и звездама некретницама, од биковог репа и његове крви потиче прво семе жита и грожђа, од гениталија животиње потекло је свето семе захваћено и измешано у пехару. Сва створења су потом створена од смеше светог семена. Прво су створене биљке и шуме, а отпочео је и процес смене дана и ноћи, Месечеви циклуси, годишња доба, па је тиме и отпочело време. Пробуђени изненадним светлом, створења таме изашла су из земље, змија је пила бикову крв, а Скорпија свето семе, и тако је отпочела вечна борба између добра и зла. Митра се затим попео на кочију бога Сунца и одвезао се са њим преко океана, па кроз ваздух, све до краја света. Након тога Митра и бог Сунца су то прославили уз месо и хлеб и вино. Митра и бог Сунца су жртвовање вршили у пећинама које су биле подземни храмови. Целокупна служба у обредима се сводила на седам нивоа: *corax* – гавран; *nymphus* – младожења; *miles* – војник; *leo* – лав; *perses* – персијанац; *heliodromus* – онај који је на Сунчевом путу; *pater* – отац. Ово је представљало асоцијацијацију на пролаз кроз седам капија, односно пут од седам корака са крајњим циљем доласка у област звезда некретница. По некима, то је у складу са Платоновим „Тимејом", где душа човека долази из раја, након што прође седам планетних сфера, што говори о соичком пореклу. Овај мит је дакле, интерпретација хеленских митраиста у терминима платонске филозофије (*Hori et al.* 1995). Важно је уочити истовремену појаву лава и бика (која није редак случај; узмимо само пример египатске алеје сфинги које чувају гробље балсамованих бикова, о чему ће нешто касније бити више речи). Ако се обрати пажња на још један детаљ код митраизма, а то је један од седам нивоа службе „персес" онда долазимо до још једног детаља који се може уклопити у слагалицу митраизма, односно да се сазвежђе Персеја може повезати са Митром па није ни чудо зашто је Џуланси то и учинио. Постоји изразита сличност легенде о Митри са вавилонским епом „Енума Елиш и...". По овом епу Земља је направљена од тела богиње по имену Тијамат (првобитни хаос воде која окружује све). Њу је надмудрио Мардук у њеном покушају да потапањем свега затре људски род. Уздизање Мардука до владавине над свим боговима је основ овог епа. Као део организације Свемира, људи су створени од крви Кингуа (потомка Тијамата) и Вавилон је основан као Мардуков град. Мардук је иначе бог громовник и често је називан Бел, односно Бал (Баал) или Господ. Међутим Бал је акадски бог преузет од Сумера, где се називао Енлил. Сумерски и акадски богови су били сврстани у тријаде, па је Енлил (акадски - Бал) био у тријади са Ан (акадски - Ану) и Енки (акадски - Еа), где Енки је заправо Мардуков отац, а Ан је најстарији бог и отац свих богова, злих духова и де-

мона, као и бог годишњих календара и краљева. Сумерске ископине везане за бога Ан датирају бар 3000. године пре нове ере. Он је био обожаван као „велики бик” који је касније одвојен у засебан митолошки ентитет: Небески Бик, кога је поседовао сам Ан (*Hori et al.* 1995). Све ово може да асоцира на то да је приликом поновног појављивања бога Митре у римско доба, креатор тог култа узео име некада најважнијег презороастријског бога (Митра) и по аналогији са сумерским митовима направио нову религију. Како најранији археолошки налази везани за зороастријског Митру потичу из периода 14-тог до 6-тог века пре нове ере, онда је могуће да су митови везани за овог бога нешто новијег порекла, па у том случају тај бог не мора бити сумерски, већ вавилонски. Како је мит о постанку који је Кимон употребио зороастрјиски, то значи да је настао након Зороастерове (односно Заратустрине) религијске реформе (претпоставља се да је то било у периоду између XV и VI века п.н.е), то се може закључити да Кимонова идеја нема превише чврсту подлогу. Тешко је објаснити чињеницу да Зороастер не помиње Митру у форми главих богова, када се зна да је Митра, у пре зороастријском периоду, био најзначајнији вавилонски бог. Једно објашњење је да је Митра сврстан у формулу „Мазда и достале Ахуре” (*Hori et al.* 1995), односно у гарду врховног бога Ахура Мазде. Овакви преписи и преузимање легенди, притом уз погрешне преводе, кроз историју су били чести. Узмимо само пример из Библије, чији је почетак готово преписан из старог вавилонског епа о Гилгамешу, уз извесне погрешне преводе око којих су касније смишљени нови митови. Такође, на такав начин је настала и библијска легенда о постанку Еве од Адамовог ребра, када је приликом превода вавилонских епова погрешно преведено име богиње Нин-Ти, што је у преводу могло значити и жена од ребра (*Косидовски*, 1992.). Еп о Гилгамешу је писан као одисеја о краљу који није желео да умре. Сматра



Слика . Гилгамеш дави лава. Рељеф VII век п.н.е.



Слика . Акадски ваљкасти печат са призором тауроктоније (око 2359 – 2150 п.н.е.)

се да је узето име стварног краља који је владао у Уруку, у јужном делу Месопотамије, за време трећег миленијума пре нове ере, јер се име Гилгамеш спомиње у сумерској листи владара који су владали након Великог потопа (потопа поменутог и у Библији, заправо, преписаног из ових епова). Међу овим еповима налази се и Гилгамешова победа над небеским биком кога му је послала богиња љубави Инана (Истар, Афродита, Венера…), да се са њим бори јер је Гилгамеш одбио њена удварања. Честе су и рељефне представе Гилгамеша како дави лава. Ово може да асоцира на појаву која се баш тада дешавала на небу, а то је да је тачка летњег солстиција била у Лаву у то време. Из истог периода (око 2200. године пре нове ере) потиче и акадски печат са призором смакнућа бика. Са леве стране на печату налази се бог у облику овна који убија бика, док је са десне стране приказ бога у облику човека који убија бика. Била би заиста невероватно велика случајност да овај печат није повезан са догађањима на небу, баш из времена из кога почите (*Wright*, 1979).

Сфинга и бик

Слично је могла настати и египатска Сфинга из Мемфиса. Заправо, познато је да глава и тело не потичу из истог периода. Претпоставља се да је Сфинга некада била скулптура лава, вероватно из периода у коме се тачка летњег солстиција налазила у сазвежђу Лава. У неком тренутку је вероватно наложено да се глава лава замењена главом фараона, из неког разлога. На ово указују докази који су засновани на различитој врсти ерозије на површини главе и на површини тела Сфинге, по чему се види да, тело потиче из различитог периода. Познато је још да је у Мемфису обожаван и свети бик Апис, те је могућа његова веза са Сфингом преко сазвежђа Бика и Лава у којима су тада лежале тачке пролећне равнодневице и летњег солстиција. На сличну везу између бика и сфинге наишао је и археолог Огист Мариет (*August Mariette*). Он је шетајући Каиром, 1850. године, приметио да пред џамијама и палатама високих египатских чиновника стоје идентичне статуе сфинги, па га је заинтригирало њихово порекло. Касније, док је боравио у Сахари, у близини Каира, приметио је како из пустињског песка вири глава сфинге. Након откопавања њеног трупа про-



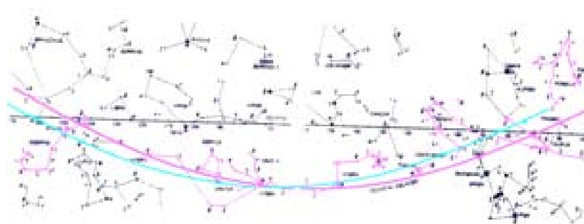
Слика . Сфинга код Мемфиса. Јасно се види различита врста ерозије тела и главе сфинге

читао је натпис: „Апис, свети бик Мемфиса". Ово га је јако заинтересовало, јер је од раније знао да је култ Светог бика негован у храму везаном за алеју сфинги. Одмах је почео да прекопава околне површине песка близу нађене сфинге са неколико десетина изнајмљених арапа. Убрзо је откопао сто четрдесет огромних сфинги које су биле постављене са обе стране широког пута. Даља ископавања показала су да је широки пут повезивао два храма, који су нађени потпуно разрушени. Мариет је крај једног од њих открио улаз у подземље. То је био улаз у огромну галерију ископану у стени, где су били поредани саркофази од полираног црног и црвеног гранита, тешки око 70 тона сваки. У сваком од тих саркофага почивала је мумија бика. Мумије су биле добро очуване, али су драгоцености којима су биле опремљене за подземни пут смрти, биле опљачкане (*Косидовски*, 1992). Ова алеја је највероватније била у вези са божанским биком Аписом, слугом бога Птаха. Заправо Апис је грчки назив настао од египатског Хап (Хеп или Хапи), односно Светог бика кога су обожавали у Мемфису. Археолози сматрају да овај култ потиче бар из прве династије фараона (2925-2775. године пре нове ере). Апис је повезан са култовима Сунца и често је представљен са Сунчевим диском међу роговима. Поред Аписа у староегипатској религији појављује се и Бучис, бели бик бога рата. Његове представе се јављају са Сунчевим диском и два пера међу роговима. Тако је и Мневис (грчки назив од египатског Мемур), бик Мерое, један од неколико египатских светих бикова. Он је најближе везан са богом Сунца Ре-Атумом. Сматра се да потиче из времена прве династије, ако не и раније. Његове представе су такође са Сунчевим диском међу роговима (*Hori et al.* 1995). Да сва та повезивања лава и бика са сазвежђима нису случајна говоре нам и египатски налази звезданих мапа са цртежима и натписима које воде порекло из десете династије (око 2100. година пре нове ере) и старијих. Египћани су обележили око 25 сазвежђа међу којима су и Лав и Бик. Најпознатија је египатска камена карта неба из I века пре нове ере, нађена у храму Дендара (сада се налази у Лувру). Зодиак из Дендаре илуструје египатска сазвежђа, али пошто на истом цртежу обједињује и вавилонску карту неба, многе звезде су морале бити представљене два пута, па се тај камен не може узети као мапирање звезда на небу, већ више као декор на зиду храма (*Hori et al.* 1995). У то време, многа знања астрономије из ранијих времена била су вероватно заборављена, а у употреби је остала само подела зодијачких сазвежђа из чисто астролошких потреба. Тада је израда хороскопа имала врло важну улогу, па остале звезде које се нису налазиле у зодијаку нису биле интересантне, те су преписиване из ранијих мапа, или као што је то овде случај, из вавилонских. Тадашњи житељи Месопотамије су веома велики значај придавали хороскопима, па су се неки могли наћи уцртани на зидове кућа.

Закључак

Све ово су само неке од многих могућих употреба астрономије приликом археолошких ископавања, чиме се астрономија показала од велике помоћи у археологији.

Овај текст је написан у сарадњи са проф. др. Јеленом Милоградов Турин, у оквиру предмета „Историја астрономије и методика наставе", на последњој години студија астрофизике, те на крају користим прилику да јој се захвалим за помоћ и све сугестије. Разне полемике вођене са проф. др. Јеленом Милоградов Турин, инспирисале су аутора овог текста да се дубље посвети проблему датирања Митриних иконографских претстава, због неких недовољно разјашених детаља у ранијим датирањима ове иконографије, што је резултовало новим датирањем ове претставе на око 4000. година пре нове ере. Аутор овог текста је пошао од нелогичности да у Митриној иконографији нема помена о Ориону, а да при том небески екватор пресеца ово сазвежђе у периоду у коме Јуленси претпоставља своје датирање. Враћањем времена прецесије небеског екватора уназад до тренутка када пројекција екватора није пресецала сазвежђе Ориона, а да при том сва сазвежђа из која су претпостављена од Јуленсија, и даље буду на линији екватора (*Taurus, Canis Minor, Hidra, Corvus, Crater, Scorpius*), долази се у врло интересантан положај који одговара времену око 4000. год. п.н.е. Међутим у том положају Небески



Slika #.

екватор пролази кроз још два сазвежђа: сазвежђе Персеја (небеске претставе Митре, по Херодоту и Јуленсију) и сазвежђе Близанаца (*Gemini*). Ако се претпостави да два идентична дадафора на Митриним иконама треба да имају своју претставу на небу, онда повезивање њих са сазвежђем близанаца би био логичан след, поготову што онда сви мотиви са иконе леже на истој линији (укључујући и самог Митру), која је у једном тренутку, веома прецизно, дефинисала положај Небеског Екватора. Овим објашњењем су сви мотиви приказани на иконама добили своју претставу и објашњење на небеској сфери (*Бон*, 2002). Образложење, зашто би неко у прошлости покушао да забележи такав временски тренутак, могло би бити везан за то, што је овај опис присутан управо у миту о стварању. Дакле, могао би бити везан за неки катастрофичан догађај који се тада десио и оставио јак утисак на тадашње народе, и самим тим пренео снажан утицај на религију. Ову претпоставку поткрепљује и чињеница да је једини мит који је у митраизму додатно присутан, поред Митриних митова, у ствари мит о Фаетону (*Ulansey,* 1989). Тај мит је један од најлепших и најдетаљнијих описа пада комете из античког доба, записан у Овидијевим Метаморфозама. У овом миту са фантастичном прецизношћу су пртестављени сви мотиви који прате пад комете (*Klube & Napier*, 1986, 1989.). Јуленси ову везу два мита образлаже тиме што један претставља крај и катастрофу, а други ново стварање које следи након њега (*Ulansey,* 1989.). Оно што је сигурно, јесте да је овај скуп мотива на једном приказу превише прецизан да би био случајан, било да је у питању положај Небеског Екватора или неки други Велики круг на небеској сфери. У случају да јесте приказ екватора, онда је тај временски тренутак веома тачно дефинисан, јер да би екватор пролазио кроз сва поменута сазвежђа, потребно је педесетак година, тако да би се ефекат прецесије уочио већ у другој генерацији астронома који су описали ове мотиве (наравно мотиви би се преносили путем веда или предања са колена на колено кроз мит о стварању).

ЛИТЕРАТУРА:

- Млађан Цуњак, Митраизам и Хришћанство, Гласник српке Православне цркве, 3. март 1980.,стр.58.
- Hori Y., Carlay R., Mendelson P. (eds.), 1995, Britannica CD 2.0 , Encyclopaedia Britannica. Inc.
- Franz Cumont, The Mysteries of Mithra, New York, Dover Publications, 1956.
- Косидовски Зенон: 1992, Кад је Сунце било Бог, Српска књижевна задруга, Београд.
- Косидовски Зенон: 1992, Библијске легенде, Српска књииевна задруга, Београд.
- Krupp E. C.: 1997, Sky and Telescope 93, No.4, 68.
- Миланковић М.: 1979, Историја астрономске науке од њених првих почетака до 1727, Научна књига, Београд.
- Raffort, S., Wright, H. (eds.): 1964, Archaeology, Washington Square Press, N.Y.
- Ulansey D., The Origins of Mithraic Mysteries, Cosmology and Salvation in the Ancient World, Oxford University Press, 1989 .
- Ulansey D.: 1991, Scientific American, 261, No. 6, 130.
- Wright, E. (ed.): 1979, The Ancient World, The Hamlyn Publishing Group Ltd., London., (превод с енглеског, 1983, Илустрована историја света у боји, први том, Стари свет, стручни редактор проф. др. Слободан Душанић, Народна Књига, Вук Караџић, Рад, Београд)
- Зотовић Љ., Митраизам на тлу Југославије, Археолошки институт, посебна издања, књига 11, Београд, 1973.

The boundary between archeology and astronomy – Edi Bon

The paper describes the possibility of ancient archeological findings being used for precise dating of events in antiquity, assuming that we are able to decode the astronomical symbols they used.



Ана Брајовић

NGC 3314

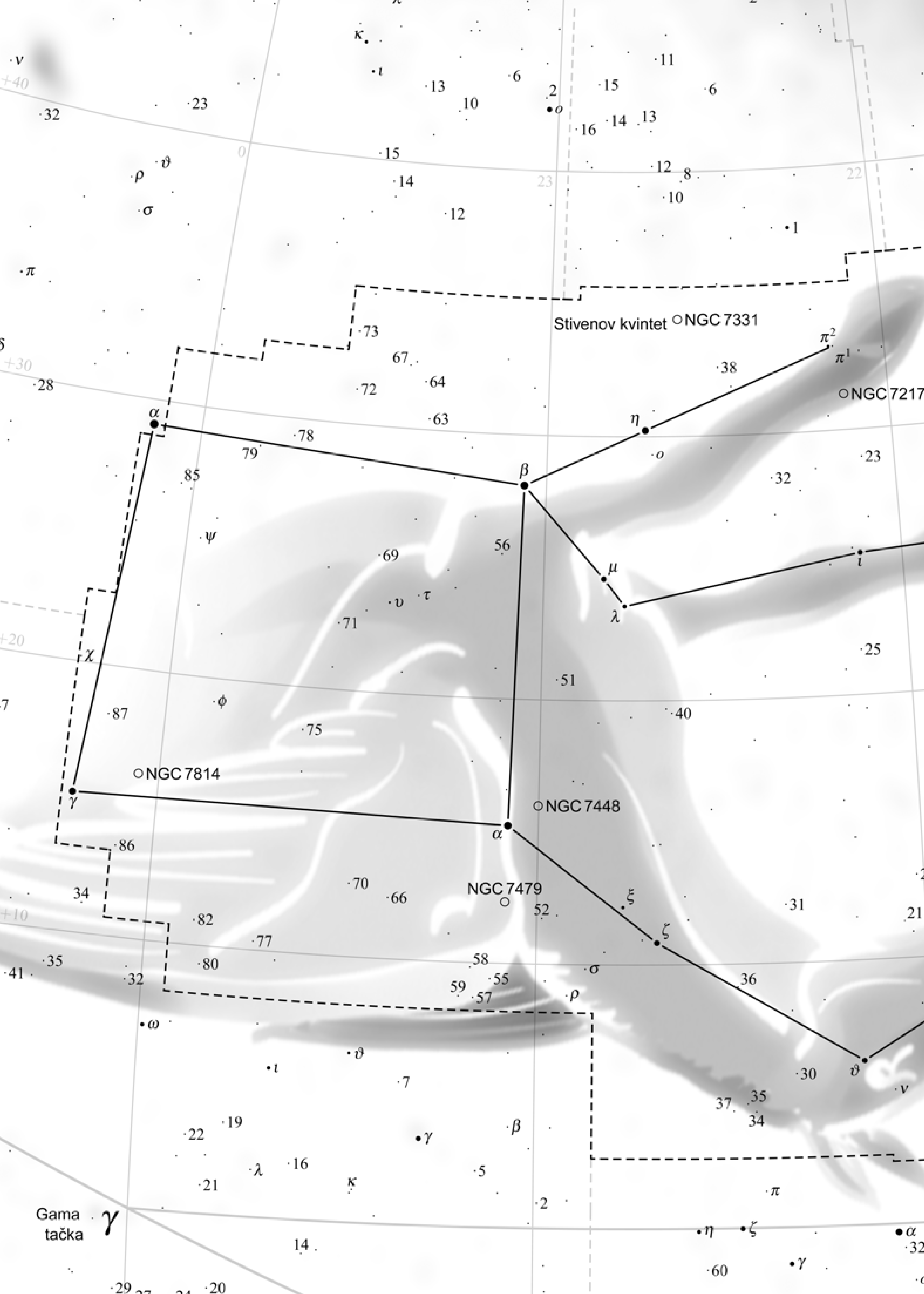
Свемирски телескоп Хабл је снимио резултат невероватне случајности – лицем окренута спирална галаксија која лежи тачно испред друге, веће спиралне галаксије. Овај јединствени пар галаксија носи назив NGC 3314. Овакав необични међусобни положај галаксија даје асторномима ретку шансу да виде прашину у спиралним гранама ближе галаксије, видљиву само као силуету осветљену галаксијом која се налази иза ње. Контрастно, прашина која се налази у спиралним крацима нама ближе галаксије је видљива тамо где упија светлост галаксије иза ње. Овај процес „оцртавања" нам показује где се међузвездана прашина налази и колико светлости апсорбује. Спољашњи спирални краци предње галаксије изгледају као да мењају боју од сјајне ка тамној, зато што су пројектовани прво преко тамне позадине свемира, а затим преко сјајне позадине галаксије. NGC 3314а удаљена је око 117 милиона светлосних година, а NGC 3314б око 140 милиона светлосних година. Обе се налазе у правцу јужног сазвежђа Хидра. Сјајне плаве звезде близу центра предње галаксије су недавно формиране из облака међузвезданог гаса и прашине. Код многих галаксија међузвездана прашина се налази у истим регијама као и недавно формиране плаве звезде. Ипак, у предњој галаскији NGC 3314а, постоје бројне додатне области међузвездане материје које нису повезане са сјајним младим звездама. Мала црвена мрља близу центра фотографије је сјајно језгро галаксије у позадини, NGC 3314б. Црвене је боје из истог разлога због ког је Сунце на заласку црвено. Када светлост пролази кроз средину која садржи ситне честице (молекули Земљине атмосфере или честице међузвездане прашине у галаксијама) њена боја постаје црвенија. Ова фотографија је једна од многих за које је одговоран *Hubble Heritage* програм.

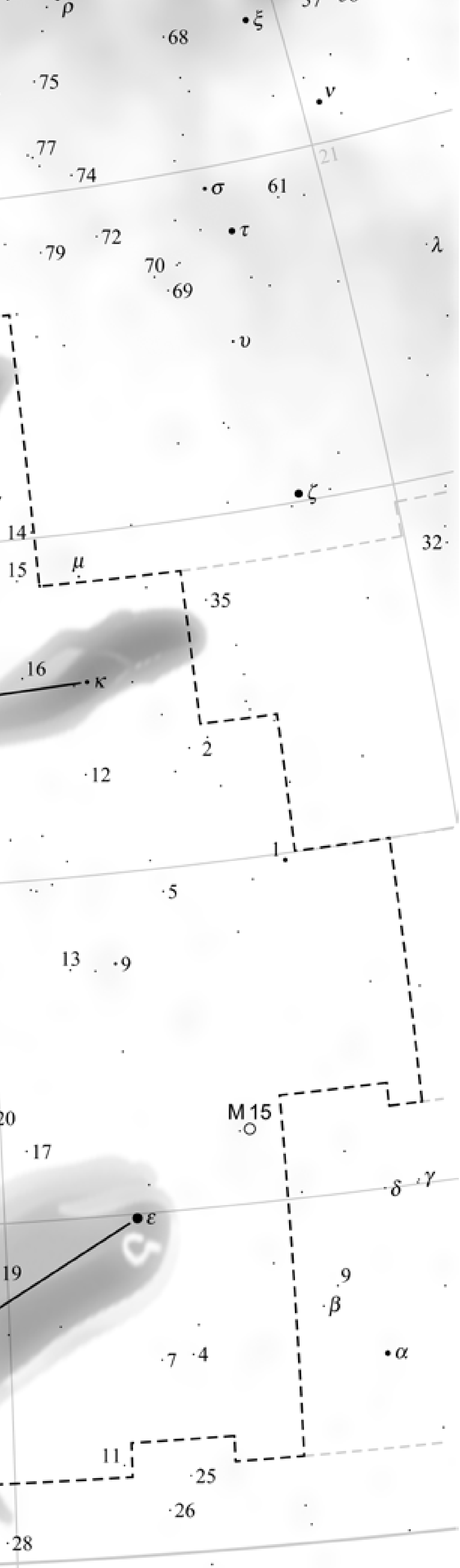
„Hubble Heritage"

Свемирски телескоп Хабл, је померио границе нашег поимања Васионе. Са жељом да се та открића приближе најширој публици у оквиру *Space Telescope Scientific Institute – STSI* почетком 90-тих година прошлог века започео је пројекат *Hubble Heritge*. Тим људи који су укључени у реализацију пројекта обухвата астрофизичаре, стручњаке за односе са јавношћу и уметнике. Њихов заједнички циљ је да сваког месеца по један Хаблов снимак поклоне свима не да би открили тајне Свемира, већ да би једноставно уживали...

Према: *www.spacetelescope.org*

NGC 3314 (Љубазношћу : NASA/ESA and The Hubble Heritage Team STScI/AURA))


Stivenov kvintet
NGC 7331
NGC 7217
NGC 7814
NGC 7448
NGC 7479
Gama tačka
γ



PP3 – Celestial Charts Drawing Tool + Stellarium

Ненад Трајковић
Астрономско друштво „Руђер Бошковић"

Пегаз

Крилати коњ Пегаз је биће из грчке митологије. Потекао је из љубавне везе Посејдона, бога мора и Горгоне Медузе, чудовишта које је имало змије уместо власи косе. Био је заробљен у Медузиној утроби све док је јунак Персеј није убио и тако ослободио Пегаза.

Према једној од легенди, Сизифов унук Белерофонт је случајно убио свог брата Белера (Белерофонт значи Белеров убица). Због тога је морао да напусти Коринт, после чега се настанио у Ликији (данашњој Малој Азији). Како би се искупио због свог греха, добио је задатак да убије чудовиште Химеру – биће које је имало предњи део лава, тело козе, реп змије и све три главе ових животиња. Да би у томе успео богиња Атина му је помогла да укроти крилатог коња Пегаза. Летећи на Пегазу, Белерофонт је засипао Химеру стрелама из ваздуха, која од овога није могла да се одбрани. Легенда каже да је на крају те битке на планини Хеликон, Белерофонт ставио Химери олово у уста. Химера га је отопила сопственим дахом, а отопљено олово јој је потекло кроз грло и тако је убило. Понесен својим успехом, Белерофонт се на Пегазу упутио ка Олимпу да се придружи самим боговима. Али видевши смртника, врховни бог Зевс га је збацио својом муњом, а Пегаз је на Олимп стигао сам. Белерофонт се том приликом сурвао низ планину и тако сакат, слеп и због тога прогнан од људи, наставио да тумара земљом све до смрти. Пегаз је остао на Олимпу да служи Зевсу, а касније је пренесен на небо, међу звезде.

За посматраче са северне земљине хемисфере, сазвежђе Пегаз се на небу налази постављено наопачке! Глава му је окренута према југу, а трбух и предње ноге према северу (види фигуру сазвежђа). За посматраче са јужне земљине хемисфере, којима се ово сазвежђе налази на северној страни, ситуација је потпуно нормална. Од звезда које чине сазвежђе, на небу се најлакше уочава тзв. *Јесењи четвороугао* – најмаркантнији астеризам јесењег неба! Као такав, Јесењи четвороугао представља полазни оријентир за сва јесења сазвежђа. Чине га звезде *α, β* и *γ Pegasi* и *α Andromedae*. Последња звезда, *α Andromedae* или Алферац, на арапском заправо значи „пупак коња", али је приликом последње реформе сазвежђа (Јуџин Делпорт, 1925. године), ипак припала сазвежђу Андромеда.

Ако се од горњег десног темена Јесењег четвороугла (звезда *β Pegasi*) повуче права линија која пролази на пола пута између звезда *α* и *γ Pegasi* и продужи приближно један ипо пут, долази се до места на небу на коме се налази *Гама тачка* (*γ*). Иако ван сазвежђа Пегаз, ова тачка представља врло значајно место на небеској сфери. Како је оријентир за њено налажење



Глобуларно јато М15 – NGC 7078 – један од најзанимљивијих објеката јесењег неба
Љубазношћу: NASA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

Јесењи четвороугао, искористићемо ову прилику да кажемо нешто више о њој. То је тачка пресека небеског екватора и еклиптике у којој Сунце прелази са негативних на позитивне деклинације. С обзиром на то, основа је многим координатним системима. Назив је добила према зодијачком знаку за сазвежђе Ован (налик грчком слову γ), где се некада и налазила. Данас се због прецесије налази у сазвежђу Рибе (промена положаја Земљине осе ротације – прецесија – мења положај екватора у односу на еклиптику, а тиме и правац према Гама тачки). Поред тога, Гама тачка се назива и тачка пролећне равнодневнице. Сунце се 21. марта налази баш на том месту на небу (на небеском екватору), па је трајање обданице и ноћи једнако. Током јесењих ноћи, када се Сунце налази на пролећном небу у Вага тачки, односно померено приближно за 12 сати, часовни угао Гама тачке показује право грађанско време. Оквирно, то је угао између правца према југу и поменутог места на небу, мерен у смеру казаљке на часовнику. Приликом посматрања јесењег неба својеврстан је куриозитет одредити време што тачније, само на основу положаја Гама тачке.

У сазвежђу Пегаз се налази неколико интересантних магличастих објеката.



Глобуларно јато М15 (NGC 7078), једно је од најдаљих глобуларних јата. Његова удаљеност се процењује на приближно 33 500 светлосних година. И поред тога, ово јато је шесте привидне величине – на граници видљивост голим оком у изузетно добрим посматрачким условима. То указује на чињеницу да му је апсолутни сјај 360 000 пута већи од Сунчевог, односно приближно је - 9-те апсолутне магнитуде. Привидни пречник јата износи 18 лучних минута, што на тој удаљености одговара линеарним димензијама од 175 светлосних година. У мањим инструментима се види само изузетно густо језгро нешто мањег пречника (приближно седам лучних минута, или четвртина Месечевог диска). Процењује се да је то једно од најгушћих глобуларних јата и уједно једно од двадесетак која су прошла кроз тзв. процес колапсирања језгра. Поред тога, на фотографским плочама снимљеним 1927. године на Маунт Вилсон опсерваторији, уочена је и једна планетарна маглина у овом глобуларном јату. Године 1976. пријављена је и још једна, али нажалост њено постојање није сигурно потврђено. Да објекат буде занимљивији, М15 садржи и девет познатих пулсара. Најинтересантнији од њих носи ознаку PSR 2127+11 C и представља компоненту двојног система неутронских звезда у коме су изузетно изражени релативистички ефекти. Као такав, овај пулсар је природна лабораторија за испитивање Ајнштајнове теорије релативитета. Ово глобуларно јато је открио Жан Доминик Маралди 1746. године. Шарл Месје га је унео у каталог 1764. године као 15. објекат по реду – М15, а Вилијам Хершел је тек 1783. године у овом магличастом објекту разлучио појединачне звезде.



NGC 7331 и **Стивенов квинтет**. За овај објекат се обично каже да је једна од светлијих галаксија која није уврштена у Месјеов каталог. Је спирална галаксија, врло слична нашој. Налази се на удаљености од приближно 50 милиона светлосних година. Уједно, ово је и једна од првих познатих „спиралних маглина" коју је још 1850. године лорд Рос навео у својој листи 14 „спиралних или закривљених маглина". Пола степена југозападно од NGC 7331, на фотографијама може да се уочи и мало јато галаксија познатије под називом Стивенов квинтет. Оно броји преко 10 галаксија, али су најуочљивије четири, по чему је јато и добило други део свог назива.



Поред поменутих, сазвежђе Пегаз садржи још неколико галаксија: NGC 7217 (10.2 магнитуде), NGC 7814 (10.5 магнитуде), NGC 7448 (11.7 магнитуде) и NGC 7479 – познатију пречкасту галаксију 11 магнитуде.



Спирална галаксија NGC 7331, магнитуде 9.5
Љубазношћу: M. Regan (STScI) et al., JPL, Caltech, NASA



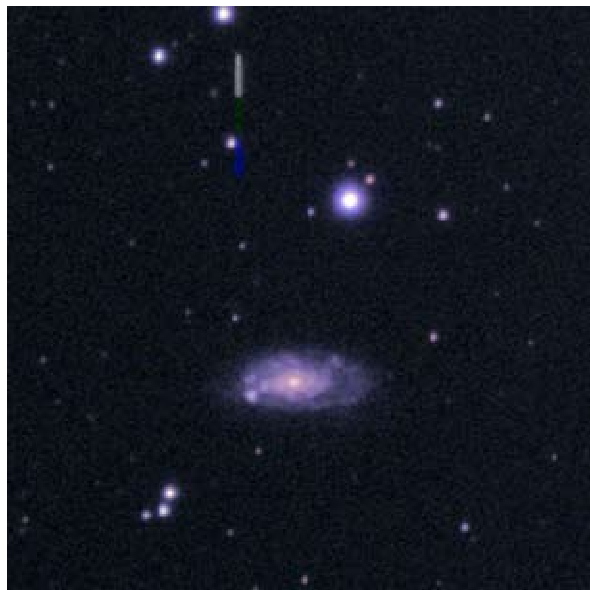
Галаксија NGC 7331 и Стивенов квинтет
Љубазношћу: R. Jay GaBany



Галаксија NGC 7217
Љубазношћу: Mischa Schirmer (ING) and Gilles Bergond (IAA, Granada)



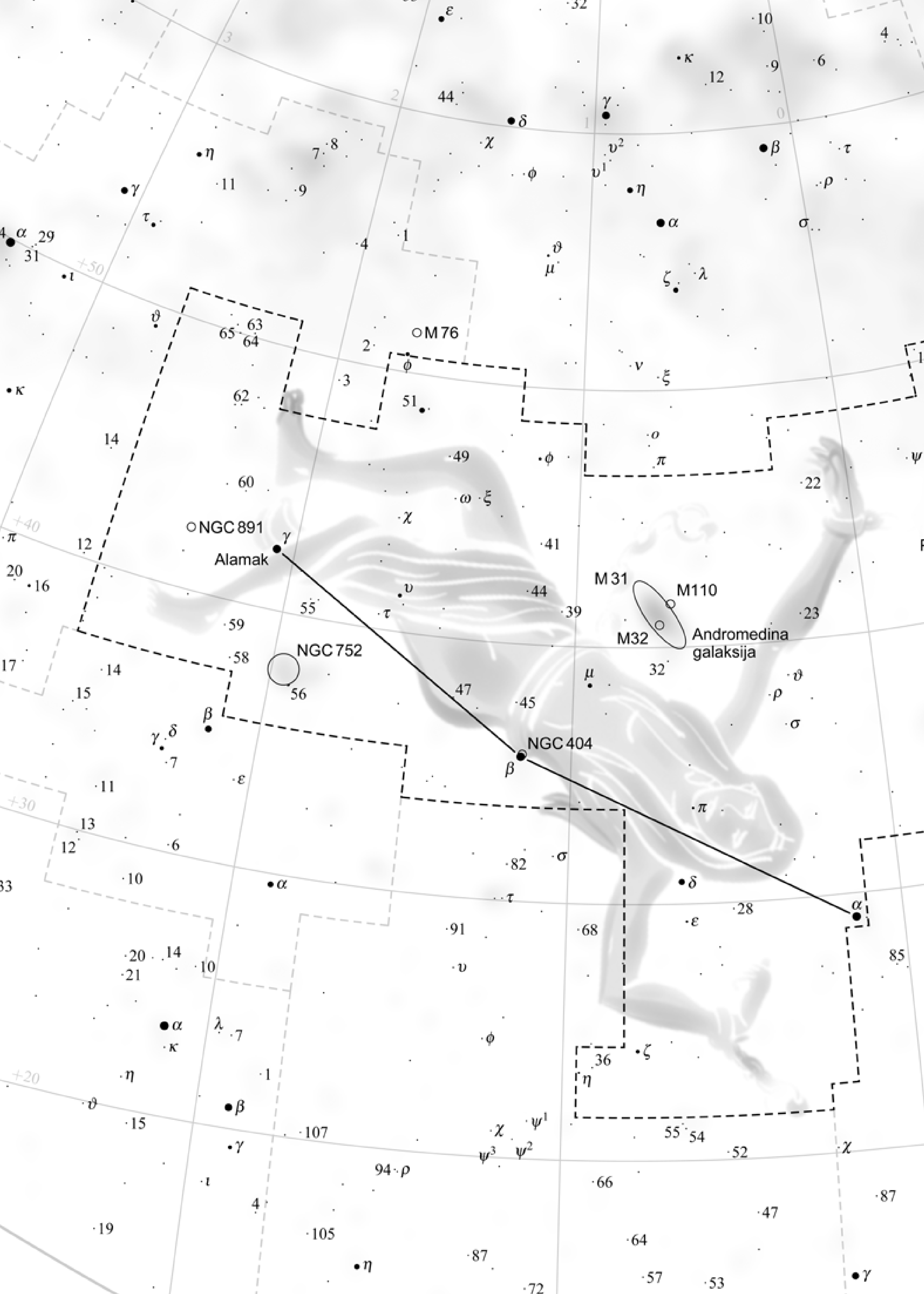
Галаксија NGC 7814
Љубазношћу: Adam Block/NOAO/AURA/NSF



Галаксија NGC 7448
Љубазношћу: Glen Youman



Пречкаста галаксија NGC 7479



M 76
NGC 891
Alamak
NGC 752
M 31
M 110
M 32
Andromedina
galaksija
NGC 404

Ненад Трајковић
Астрономско друштво „Руђер Бошковић"

Андромеда

Андромеда је била лепотица, ћерка етиопског краља Цефеја. Њена мајка, Касиопеја, хвалила се како је Андромеда најлепша жена на свету. Легенда каже да је једном приликом претерала и да је рекла да је њена ћерка лепша чак и од морских нимфи Нереида. То је Нереиде силно увредило, па су се због тога пожалиле свом заштитнику, богу мора Посејдону. За казну, Посејдон је послао страшно морско чудовиште – Кету – да свакодневно пустоши Етиопију. Не знавши шта да ради, краљ Цефеј се обратио Амоновом пророчишту за савет. Речено му је да ће пустошење престати ако жртвује своју ћерку морској немани, тако што ће је приковати за стену на обали. Невољан, али под притиском народа, Цефеј је тако и урадио. Али баш у то време када је Андромеда била окована и када је морско чудовиште наишло, Персеј је пролетео на крилатом коњу Пегазу. Враћао се са подвига у коме је убио чудовишну Горгону Медузу. Медуза је својим десним, ђавољим оком, погледом претварала све у камен. Пролетевши на Пегазу, Персеј је видео шта се дешава и занесен Андромединим лепотом, решио је да је спасе. Извадио је Медузину главу из торбе и тако окаменио морску неман, а спасавши лепотицу, затражио је и њену руку. Андромеда је, огорчена на свој народ и родитеље који су је жртвовали, пристала да пође са својим јунаком.

Сматра се да ова лепа легенда потиче из петог века пре нове ере, а сви њени протагонисти смештени су на јесење небо као суседна сазвежђа. Андромеда је звездама представљена као девојка окована за стену (види слику сазвежђа), али нажалост таква фигура не може баш лако да се замисли. Уочљиве су само три њене најсјајније звезде – α, β и γ.



Гама Андромеде, Аламак (*γ Andromedae*) је предиван вишеструки систем звезда. Први га је уочио астроном Кристијан Мајер, 1778. године. Примарна компонента је наранџасте боје, а секундарна је плава. На међусобном растојању од приближно девет лучних секунди, ове две звезде представљају лак двојни систем за посматрање, леп чак и у малим инструментима. Струве је 1842. године приметио да је и секундарна компонента такође двојна, а данас се зна и да је сјајнија звезда секундарне компоненте спектроскопски двојни систем (то значи да су објекти привидно толико блиски, да само помоћу спектралне анализе може да се уочи да се ради о две звезде).

PP3 – Celestial Charts Drawing Tool + Stellarium



М31, Андромедина галаксија (NGC 224). То је свакако један од најпопуларнијих и највише проучаваних објеката на целом небу! Разлог за такав статус је чињеница да ова маглина лако може да се види и голим оком чак и у просечним посматрачким условима (из мрачних области градова). Привидна магнитуда јој је 3.5, а налази се приближно четири степена северозападно од звезде *β Andromedae*. Наравно никада не треба гледати баш у то место на небу, него „мало поред”, јер магличасти објекти могу лакше да се уоче тзв. периферним видом. Привидни пречник маглине је као шест Месечевих дискова, али голим оком и мањим телескопима може да се види само њен сјајнији, централни део (језгро галаксије). Тек фотографије и већи инструменти (пречник објектива не мањи од 30-ак *cm* и добри посматрачки услови) откривају сву лепоту и праву астрономску природу овог објекта.

Лако уочљива, сматра се да је ова маглина била позната још Арапима 900. године нове ере. Чувени арапски учењак Ал-Суфи је 964. године направио и писану белешку о овом објекту. На звезданим картама из тог доба М31 је била означена као „мали облак”, а зна се да је била уцртана и на холандској карти неба из 1500. године. Прва телескопска посматрања ове маглине датирају из 1612. (четири године након што је Галилеј израдио телескоп) и приписују се Симону Маријусу. Шарл Месје је 1764. године коначно унео маглину у свој каталог (као 31. објекат по реду – М31), а Месјеова ознака се и данас најчешће користи.



Андромедина галаксија – М31 (NGC 224)
Љубазношћу: Robert Gendler, WFPC2, Ground-based



Језгро галаксије М31
Љубазношћу: NASA, ESA and T. Lauer (NOAO/AURA/NSF)

У то пионирско доба телескопског откривања неба, права природа М31 још није била позната. Знало се само да се ради о маглини, а историја открића о њој и њихово разумевање, заправо представљају почетке схватања и развоја вангалактичке астрономије. Славни астроном Вилијам Хершел посматрао је М31 и исправно мислио да је то један од најближих „острвских универзума”, сличан нашем Млечном Путу. Нажалост погрешно је проценио удаљеност до ове маглине, за коју је сматрао да не прелази 2000 удаљености до Сиријуса (што у реалним мерама износи приближно 16 000 светлосних година). Вилијам Хагинс, један од пионира спектроскопије, на основу анализе спектра, први је 1864. године уочио да се ради о звезданом систему, а не о гасовитој маглини! То је било прво значајно откриће које је наводило на прави траг разоткривања природе овог објекта. Године 1887. појавиле су се и фотографије М31 које су по први пут показале њену спиралну структуру. Убрзо затим, 1912. године, са Ловелове опсерваторије је измерена и радијална брзина овог објекта. Добијено је да се М31 приближава Сунчевом систему брзином од невероватних 300 *km/s* (то је уједно и вредност добијена модерним мерењима). Сва та открића су указивала на вангалактичку природу овог објекта, али идеја о М31 као о другој галаксији, тада још није била сазрела у потпуности.

Тек 1923. године, када је на Маунт Вилсон опсерваторји направљен до тада највећи телескоп на свету – 2.5 метарски Хукер телескоп – данас славни астроном Едвин Хабл, пронашао је једну цефеиду у овој маглини. На основу ње, Хабл је по први пут одредио удаљеност до М31. Иако је у процени погрешио скоро за фактор два, ред величине који је добио је био прави „астрономски”. Ово је било историјско откриће! Тек тада је човек заправо у потпуности схватио праву природу М31, односно да је то други звездани систем – друга галаксија – врло слична нашем Млечном путу, а не његов саставни део, како се

до тада мислило. Тај закључак је и прославио Хабла, а он је наставио да се бави проучавањем других галаксија (чији је астрономски смисао практично тек тада и био схваћен). Хабл је на том пољу постигао још два фундаментална достигнућа: урадио је класификацију галаксија – данас познату као „Хаблова виљушка” – и схватио је да се друге галаксије удаљавају од наше, што је поставило темеље модерним космолошким схватањима!

Иако је Хабл проценио удаљеност до Андромедине галаксије на основу промене сјаја цефеида, тачна вредност се ни данас не зна. Сматра се да износи приближно 2.5 милиона светлосних година, а та величина зависи од процене удаљености Магеланових облака – сателита наше галаксије. Како год, то нам је једна од најближих галаксија (ближе су само Велики и Мали Магеланов облак), а уједно то је и једина галаксија на северној небеској хемисфери која може да се види голим оком. Њена раван је нагнута приближно 15 степени у односу на правац визуре, а процењује се да пречник галактичког диска износи 250 000 светлосних година (поређења ради, 2.5 пута је већа од Млечног пута). И поред тако великих димензија, М31 има знатно мању масу од наше галаксије. Најсјајније глобуларно јато у М31, означено као G1, сјајније је од било ког глобуларног јата у Млечном путу. G1 може чак да се посматра бољим аматерским телескопима (потребан је пречник објектива од 40-ак *cm*), а то иначе није једино глобуларно јато у М31 доступно љубитељским посматрањима. Поред тога, најсјајнији „облак звезда” у М31 има и свој посебан NGC број – NGC 206 (светла област у диску М31, одмах поред тамних структура на рубу) – зато што је још Вилијам Хершел овај светлији део галаксије унео у свој каталог под посебном ознаком.



Глобуларно јато G1 у Андромединој галаксији
Љубазношћу: Michael Rich, Kenneth Mighell, and James D. Neill (Columbia University), and Wendy Freedman (Carnegie Observatories), and NASA/ESA

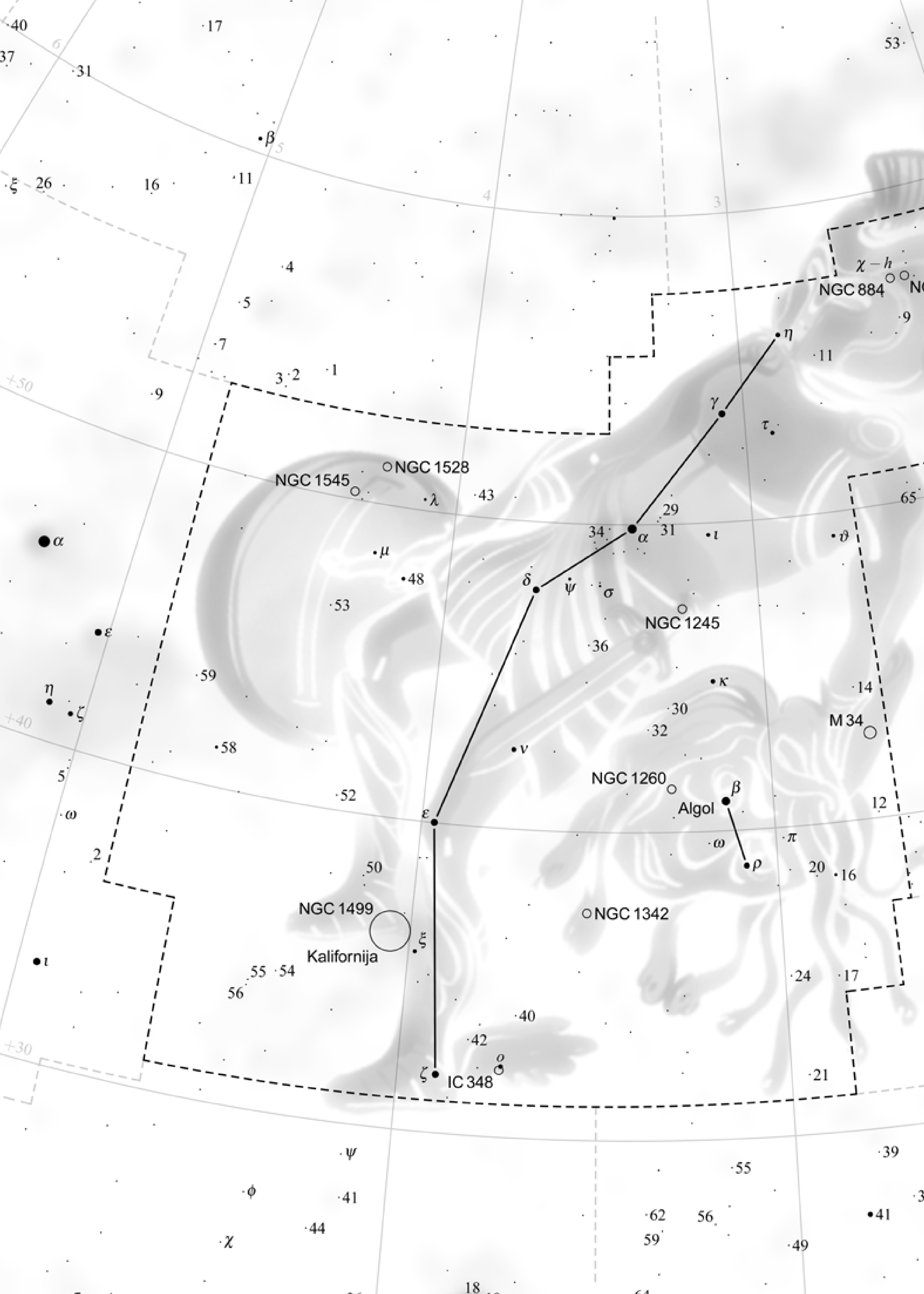


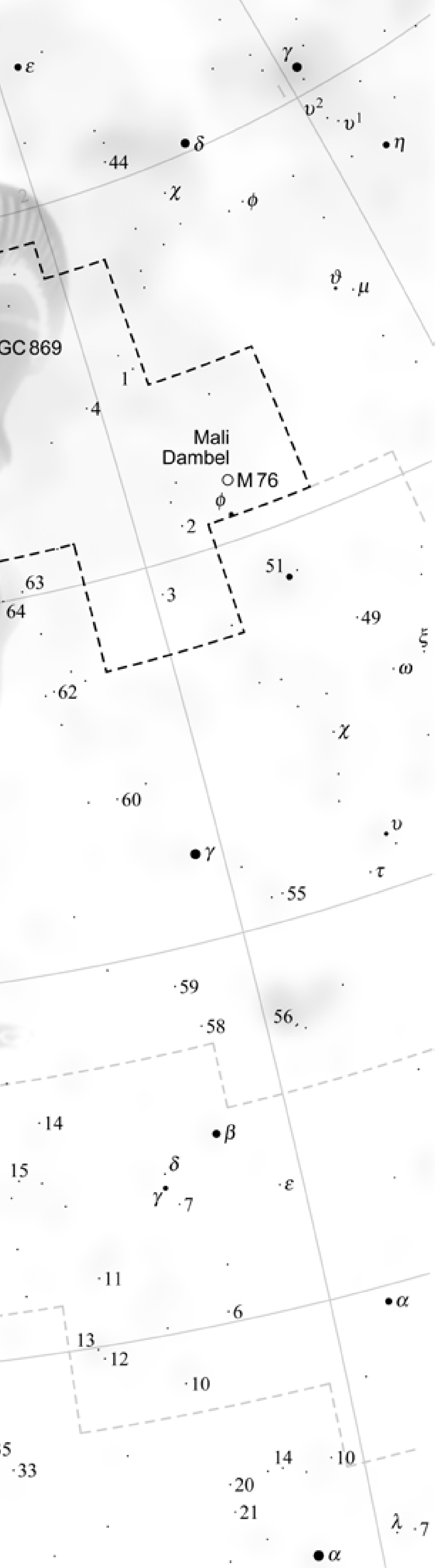
Планетарна маглина Плава грудва – NGC 7662
Љубазношћу: Mike Landherr

Андромедина галаксија има неколико својих пратиоца (сателита). Најсјајнији су елиптичне галаксије М32 (врло светла „тачка” на самом рубу диска) и М110 (елиптична маглина поред диска М31). М32 је била прва елиптична галаксија икада откривена. Откриће се приписује Ле Центлију (*Jean Baptiste Le Gentli*), 1749. године. М110 је открио сам Шарл Месје 1773. године, односно уцртао је ову галаксију, али је никада није унео у свој каталог. Тек касније, 1966. године, М110 је нашла своје место у каталогу, али као последњи придодат објекат (оригинални Месјеов каталог садржи само 103 магличаста објекта). У обе галаксије, појединачне звезде су уочене такође 2.5 метарским Хукер телескопом Маунт Вилсон опсерваторије. За разлику од М110, М32 нема глобуларних јата (код М110 их је откривено 8), сачињавају је углавном старе звезде, а у њеном диску је нађено и неколико планетарних маглина. Осим тога, примећена је и гравитациона интеракција између М32 и једне од спиралних грана М31, што потврђују и савремене рачунарске симулације. Заједно са својим пратиоцима (до сада их је откривено укупно 11), М31 чини подгрупу Локалне групе галаксија.



Поред ове чувене галаксије, сазвежђе Андромеда садржи још неке интересантне магличасте објекте. NGC 7662 је планетарна маглина 9 магнитуде, позната и под називом **Плава грудва**. NGC 891 је врло занимљива галаксија 10 магнитуде. Може да се посматра тачно у равни диска преко кога се види тамна трака прашине. Открио ју је Вилијам Хершел 1784. године. NGC 404 је такође галаксија 10 магнитуде, а NGC 752 је развејано јато 6 магнитуде.


NGC 1528
NGC 1545
NGC 1245
NGC 1260
Algol
NGC 1342
NGC 1499
Kalifornija
IC 348
M 34
NGC 884
χ − h
+50
+40
+30



PP3 – Celestial Charts Drawing Tool + Stellarium

Ненад Трајковић
Астрономско друштво „Руђер Бошковић"

Персеј

Персеј је један од најпознатијих митолошких јунака. Своју славу је стекао убивши Горгону Медузу. Горгоне су биле три прелепе сестре. Нажалост, једна од њих – Медуза – водила је љубав са Посејдоном у Атинином храму. Видевши то, Атину је страховито разљутило светогрђе и претворила је Медузу у чудовиште. Власи њене косе су постале змије, а све што би погледала претварало се у камен. С друге стране, легенда каже да је арголидски краљ Акрисије имао лепу ћерку Данају. Нажалост пророчиште му је предсказало да ће га убити његов унук, па је Акрисије склонио своју ћерку од мушкараца затворивши је у подземне одаје. Међутим Данају је спасио Зевс још пре него што је била затворена, па се претворио у златну кишу која је могла да продре до њених одаја и тамо је обљубио. Из те љубави родио се Персеј. Када је Акрисије схватио да ће ипак имати унука, оковао је Данају и још малог Персеја у један дрвени ковчег и бацио их у море. Вода их је однела до оства Сериф, где их је пронашао рибар Диктис. Диктис је био брат окрутног владара Полидекта, на чијем је двору Персеј и стасао у храброг младића. Када је Персеј одрастао, Полидект је на силу хтео да се ожени још увек лепом Данајом. Да би сакрио своје намере, претварао се да ће оженити неку другу жену, а Персеј му је због тога нехотице обећао да ће му као свадбени дар донети чак и Медузину главу! Чувши то, Полидект се понадао да ће Персеј тако изгубити живот, али Атина се умешала и искористила ту прилику да се заувек реши Медузе. Подарила је Персеју сјајни штити у коме је овај могао да види Медузин одраз, а да се не излаже погледу који је све претварао у камен. На тај начин ју је и убио, а на повратку је ослободио лепу Андромеду и заједно са њом се вратио на острво Сериф. Тамо је затекао Данају која је морала да побегне у храм због Полидекта, који је већ спремао свадбено весеље. Видевши то, Персеј је извадио из торбе Медузину главу – Полидектов свадбени дар – и окаменио и Полидекта и сватове. Због свог јуначког дела, пренет је на небо. Ипак, једном приликом је диск који је Персеј бацио на играма погодио његовог деду краља Акрисија и убио га. Тако је и прорекнута Акрисијева судбина била испуњена.

Персеј је на небу представљен у својим крилатим сандалама, са шлемом који га је чинио невидљивим (добио их је као помоћ у боју са Медузом), а у руци држи Медузину главу. Нажалост, чак и у ведрим ноћима, тешко је замислити комплетну фигуру овог сазвежђа. На небу је видљив само лук најсјајнијих звезда – тзв. *Персејев лук*.



Бета Персеја, Алгол (*β Persei*) свакако је једна од најчувенијих промењљивих звезда! То је уједно и прва откривена промењљива звезда. Најстарије белешке о њој потичу из 1667. године, али је скоро сигурно да су и древни народи знали за њену промену сјаја. Алгол је еклипсни (помрачујући) двојни систем чија се раван скоро поклапа са правцем визуре, тако да мање сјајна компонента повремено помрачује сјајнију. Ово је објашњење које је по први пут предложио астроном аматер Џон Гулдрик, 1783. године. Пикеринг је касније, 1881. године, пружио и прве доказе за ту претпоставку. Данас се зна да је и мање сјајна компонента овог система такође двојна звезда. Период промене сјаја Алгола износи 2 дана, 20 часова, 48 минута и 56 секунди, а сјај се мења у распону од 2.12 до 3.39 магнитуде. Због брзе и уочљиве промене сјаја, Алгол је једна од најпопуларнијих мета љубитеља промењљивих. Назив му потиче од арапског израза *Ra's al-ghul* што значи „ђавоља глава", а на небу се и налази на месту десног Медузиног ока – оног којим је све претварала у камен.



Развејано јато Хи и **Ха** (NGC 884 – χ и NGC 869 – *h*) познато је и под називом **Двоструко јато**. То су заправо два развејана (отворена) јата чија се удаљеност од Земље процењује на 7400 и 7100 светлосних година, респективно. С обзиром на то, ова два јата се у простору налазе једно поред другог. Врло су сјајна – приближно 7.4 магнитуде – и видљива су голим оком чак и у просечним посматрачким условима. Најлепше је посматрати их двогледом (7×50 нпр.), или инструментом са малим увеличањем, тако да оба јата могу да стану у видно поље. Била су позната још од давнина, а Хипаркос их је први унео у свој каталог 130. године пре нове ере. Претпоставља се да њихове необичне ознаке потичу из доба Тихо Брахеа (живео је пре открића телескопа), за кога се верује да је мерио положај ове „магловите звезде". Касније је Јохан Бајер тој „звезди" дао ознаку χ, а за оближњу је користио ознаку *h Persei*.



Двоструко јато χ-*h* у Персеју – NGC 884 и NGC 869
Љубазношћу: Gregg L. Ruppel



Планетарна маглина Мали Дамбел – М76
Љубазношћу: Bernd Flach-Wilken & Volker Wendel



Планетарна маглина М76 (NGC 650/651), најпознатија је под називом **Мали Дамбел**, али се за њу користе и многи други називи – *Butterfly Nebula* нпр. (не треба је мешати са *Butterfly* маглином М2-9 у сазвежђу Змијоноша). Иако личи на Дамбел маглину (М27 у сазвежђу Лисица), гасовити омотач око централне звезде је подељен на два дијаметрално супротна, сјајна дела, која изгледом подсећају на раширена крила лептира. То је уједно и разлог зашто је означена са два NGC броја – Вилијам Хершел је сматрао да су то два одвојена објекта која се додирују и зато им је дао посебне ознаке. Ова маглина је откривена 1780. године. То је једна од само четири планетарне маглине у Месјеовом каталогу (М27, М57, М76 и М97), а за њу се каже и да је „маглина са највише назива". Сматра се да је то М објекат који се најтеже проналази на небу! Визуелна магнитуда јој је приближно 10 и знатно је већа од фотографске (која се процењује на 12.2). Оно што је необично за ову маглину је то што се не зна тачна удаљеност до ње. Вредност се процењује од 1700 до чак 15 000 светлосних година.



Супернова SN 2006gy до недавно је била најсјајнија експлозија звезде икада! Као што се из ознаке види, ова супернова је први пут посматрана 2006. године (у септембру). Од како је откривена њен сјај се задржао наредних 70 дана, до почетка децембра, после чега је почео да опада. И поред изузетне луминозности – приближно је 100 пута сјајнија од чувене SN 1987A која је била довољно сјајна да се види голим оком – SN 2006gy је толико удаљена од нас да може да се посматра само телескопом. Претпоставља се да је у експлозији ослобођено приближно 10^{45} J енергије, односно 10 пута више него током уобичајених супернових (поређења ради, атомска бомба ствара приближно 10^{15} J, што је мање за 30 редова величине)! Експлозија се одиграла у галаксији NGC 1260, која се на небу налази близу звезде Алгол. Процењује се да је



SN 2006gy: горе - уметничка визија тренутка експлозије; доле - снимак матичне галаксије у инфрацрвеном (лево) и у X (десно) делу спектра, у тренутку експлозије, SN је била сјајнија од језгра (горњи десни објекат)
Љубазношћу: NASA/CXC/M.Weiss; X-ray: NASA/CXC/UC Berkeley/N.Smith et al.; IR: Lick/UC Berkeley

ова галаксија удаљена 240 милиона светлосних година, што значи да се и експлозија супернове одиграла пре толико времена. Ипак, у октобру 2007. године, објављено је да је SN 2005ap (у сазвежђу Береникина Коса) оборила овај рекорд луминозности, тако да се SN 2006gy сада налази на другом месту.



Јато са маглином – IC 348
Љубазношћу: ROSAT



Маглина Калифорнија – NGC 1499
Љубазношћу: Luc Debeck



Маглина Калифорнија (NGC 1499) је неправилна, емисиона маглина. Својим обликом подсећа на истоимену државу у САД, па је тако и добила назив. Врло је слабог површинског сјаја и треба је посматрати инструментом са што већим отвором објектива. Због таквих карактеристика омиљена је мета астрофотографа.



Поред поменутих објеката, у сазвежђу Персеј се налази још неколико развејаних јата: М34 (на граници видљивости голим оком, 5.5 магнитуде, лако се налази помоћу звезда *γ Andromedae* и *β Persei*), NGC 1342 (6.7 магнитуде), NGC 1245 (8.4 магнитуде), NGC 1528 (6.4 магнитуде), NGC 1545 (6.2 магнитуде) и IC 348 (јато са маглином, 7.3 магнитуде).

Constelations – Nenad Trajković

From a sea monster, Greek heroes, famous variable stars like Algol (The Devil's Star), and questions like how we discovered galaxies, the autumn sky brings us some of the most popular objects and stories. These articles – about Pegasus, Andromeda and Perseus constellations – reveal some of the most interesting among them.

Ана Брајовић

NGC 2787

Чврсто замотани, скоро концентрични краци тамне прашине окружују сјајно језгро галаксије NGC 2787, као што се види на овој фотографији коју је створио тим пројекта *Hubble Heritage*. По Хабловој класификацији NGC 2787 спада у тип Sb0 – пречкасту сочивасту галаксију, у којој уочавамо и тзв. *LINER* регион. Галаксије у облику сочива показују мало или нимало знакова присуства великих спиралних кракова који се јављају код њихових фотогеничнијих рођака (спиралне галаксије). Ипак, NGC 2787 има бледу пречку, која није видљива на овој фотографији. Астроном Марћела Кароло (*Marcella Carollo*) и сарадници су користили Хаблову планетарну камеру широког поља (*WFPC2*) да би јануара 1999.сакупили ове податке. Они су користили Хабл да би испитали језгра оваквих галаскија и открили како тече процес њиховог формирања, укључујући улогу међусобних судара и централних црних рупа. На овој слици види се и десетак глобуларних јата која лебде око NGC 2787. Иако се чини да су то звезде, у питању су гравитацијом везане групе од око 100 000 старих звезда које орбитирају око центра NGC 2787. NGC 2787 је удаљена приближно 24 милиона светлосних година (7.4 мегапарсека) у сазвежђу Велики Медвед. Фотографија је добијена комбинацијом снимака кроз плави, зелени и инфрацрвени филтер.

LINER – Low-ionization nuclear emission-line region

LINER је врста галактичких језгара која се одликују специфичним спектралним потписом. Обично, се састоје од јаких емисионих линија неутралних или слабо јонизованих елемената нпр. O, O I, N I и S I. Насупрот њима, линије јаче јонизованих елемената су релативно слабе нпр. O II, Ne II и He I. Овај тип галактичких језгара (који је иначе веома чест, процењује се да је трећина галаксија у пречнику од 40 Mpc овог типа) први је идентификовао Тимоти Хекман (*Timothy Heckman*) почетком 80-тих година прошлог века. Неке од галаксија овог типа које су доступне аматерским посматрањима су: M94, NGC 5005, NGC 5195, галаксија Сомбреро.

Према: *www.spacetelescope.org*

NGC 2787 (Љубазношћу : NASA/ESA and The Hubble Heritage Team)



Наталија Поповић

NGC 6118 и NGC 7472

Фотографије галаксија, а поготово спиралних двојница нашег Млечног Пута, не остављају никога равнодушним. Веома је тешко одолети шарму ових огромних импресивних објеката. Астрономи са опсерваторије Паранал су користили инструмент *VIMOS* на *VLT* телескопу (*Very Large Telescope*) да би снимили два величанствена примерка тих „острвских универзума” унутар сазвежђа јужног неба Змија (*Serpens*) и Ждрал (*Grus*). Интересантно је да се у обе галаксије уочене супернове, масивне звезде у финалном стадијуму еволуције. Галаксија NGC 6118, налази се близу небеског екватора. То је релативно слаб објекат 13-те магнитуде, са малим површинским сјајем, што га чини тешко уочљивим у мањим телескопима. Ова „стидљивост” објекта је инспирисала астрономе аматере да NGC 6118 назову *Blinking galaxy*, јер се чини да се она, у зависности од положаја ока, појављује и нестаје из видног поља телескопа. Фотографија у боји је добијена из серије експозиција кроз различите оптичке филтере на 8.2 метарском Мелипал телескопу, током августа 2004 године. Удаљена око 80 милиона светлосних година, NGC 6118 је спирална галаксија виђена постранце, са веома малом централном пречком и неколико веома збијених спиралних грана (класификована је као тип SA(s)cd[1]) у којима се може видети велики број сјајних плавих „чворова”. Већина њих представља активне области у којима се формирају звезде, а у некима се оне најсјајније могу и уочити. Од посебног значаја је релативно сјајни објекат (слика 1.) који личи на звезду а налази се северно од центра галаксије, близу периферије. У питању је супернова SN 2004dk, која је први пут посматрана 1. августа 2004. Каснија посматрања су показала да је то супернова типа Ib или Ic[2], снимљена неколико дана пре максимума. Претпоставља се да је ова врста супернове настала од масивне звезде која је на неки начин изгубила

1 Спиралне галаксије се у складу са класификацијом чувеног Америчког астронома Едвина Хабла (*Edwin Hubble*) сврставају у два основна типа: тзв. нормалне спиралне галаксије (SA) и премоштене или пречкасте спиралне галаксије (SB), унутар сваког типа постоји финија подела на подтипове Sa, Sb и Sc у зависности од степена „отворености” спиралних крака и сјаја централног дела галаксије. Код пречкастих спиралних галаксија уочавамо групу звезда која премошћује језгро галаксије и из чијих крајева почињу спирални краци. Ознака (rs) нам указује да постоји прстен који окружује језгро галакије, а (r) да спиралне гране излазе директно из језгра галаксије.

2 Супернове се класификују у различите типове у зависности од изгледа њиховог спектра. Тип II у спектру има јасно видљиве линије водоника што није случај код типа I. Тип I се дели на подтипове Ia, Ib и Ic. За све супернове типа I верује се да потичу из тесних двојних система.

NGC 6118 (Љубазношћу: VLT Melipal + VIMOS)

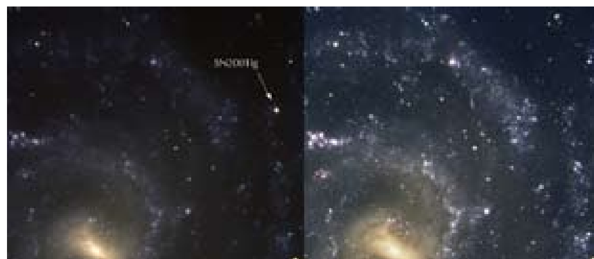


Слика 1.

сав свој омотач од водоника, вероватно кроз пренос материје у двојном систему, пре него што је експлодирала. На овој фотографији се такође могу видети трагови које је оставио сателит који је прошао током једне од експозиција кроз B филтер, због чега је траг плаве боје. Ово нам показује да и на тако удаљеном месту, у Паранал Опсерваторији у пустињи Атакама, астрономи нису потпуно заштићени од светлосног загађења. На следећој фотографији коју је снимио VLT (слика 2.) налази се спирална галаксија NGC 7472 која се види спреда. Ова галаксија се налази у сазвежђу Ждрал, удаљена је око 40 милиона светлосних година, а открио ју је Џон Хершел (*Sir John Herschel*), посматрајући са Рта Добре Наде. Ова галаксија је класификована као SAB(rs)cd, што значи да се налази између нормалних спиралних галаксија (SA) и изразито пречкастих галаксија (SB) и да има



Слика 2.



Слика 3.

веома отворене краке и малу централну област. Уочљиве су и многе јонизоване области, као и јата младих и масивних звезда. Могуће је идентификовати 10 младих, великих звезданих јата, чије димензије варирају од једне до 200 светлосних година. Пречник саме галаксије је око 100 000 светлосних година, што значи да је по величини слична Млечном Путу. Због ниског површинског сјаја неопходни су добри услови да би се уочили детаљи у структури. Посматрана кроз мањи телескоп галаксија изгледа као велика елиптична мрља, и немогуће је видети сјајну и уочљиву централну пречку и многе краке који су видљиви на овој изузетној фотографији. Астроном аматер из Аустралије, свештеник Роберт Еванс, посматрајући са Плавих Планина телескопом од 30 *cm,* 10. децембра 2001. открио је своју 39 -ту супернову - SN 2001ig. Супернова се налази у спољним деловима галаксије NGC 7424. Магнитуде 14.5 (3000 пута мањег сјаја од најслабије звезде видљиве голим оком) ова супернова је брзо повећала свој сјај до магнитуде 12.3. Неколико месеци касније изгубила је сјај и постала неприметан објекат магнитуде веће од 17. Поређења ради, читава галаксија је 11-те магнитуде – значи за време максимума супернова је била само три пута мање сјајна од читаве галаксије! Претражујући огромну научну архиву VLT-а нађена је слика NGC 7424 коју је 16. јуна 2002. снимио Масимо Турато (*Observatorio di Padova-INAF*, Италија). Иако је супернова изгубила сјај који је имала током максимума 6 месеци раније и даље се могла веома добро видети. Спектари снимани ESO 3.6 метарским телескопом на Ла Сиљи након експлозије показали да објекат еволуира у тип Ib/c супернову. До октобра 2002. овај прелаз у супернову типа Ib/c је био готов. Сматра се да је ова супернова настала експлозијом веома масивне, такозване Волф-Рајеове звезде, која је са масивним, врелим пратиоцем формирала тесан двојни систем чији је период стотинак дана. Могуће је да ће будућа посматрања открити присуство звезде пратиоца која је преживела експлозију, али којој је суђено да пре или касније експлодира у супернову.

Према: *www.eso.org – PR 33a-d/04*

Додатни коментар: SN 1987A након 20 година

Супернова SN 1987A експлодирала је 23. фебруара 1987. године у Великом Магелановом облаку. Због своје мале удаљености (163 000 светлосних година), SN 1987A је највише и најдетаљније проучавана супернова свих времена. Непосредно након открића готово сви телескопи на јужној земљиној полулопти укључили су се у посматрачку кампању, која скоро несмањеном жестином траје и данас. Тог 23. фебруара, осим емисије зрачења детектоване су и честице које су настале у тренутку експлозије. Детектор неутрина *Kamiokande II*[3] је у 7:36 UT детектовао 9 неутрина у интервалу од 2 секунде, затим још 3 неутрина након 9 до 13 секунди. Истовремено *IMB*[4] детектор региструје 8 неутрина за шест секунди. Трећи телескоп који је „посматрао" догађај је *Баксан*[5], који детектује 5 неутрина у временском интервалу од пет секунди. Укупно 25 неутрина је детектовано у опсерваторијама широм планете од процењених 10^{9^6} колико их је створено у тренутку рађања супернове. Неутрини су егзотичне честице веома мале масе и веома високих енергија. Производе се у великим количинама приликом експлозија масивних звезда и током термонуклеарних реакција у језгрима звезда. Изузетно слабо реагују са околном материјом тако да већина неутрина произведена на Сунцу пролази кроз Земљу без икакве интеракције. Детекција више од двадест неутрина за око један минут, била је довољна да се схвати да се ради о несвакидашњем догађају. Штавише, њихова детекција се у потпуности поклапала са предвиђањима која се заснивају на теоријском моделу колапса језгра масивних звезда. Нажалост, у том тренутку, данас најмоћнији оптички телескоп још није био оперативан. Хабл је постављен у орбиту априла 1990. године и први снимци SN 1987A направљени су 23. – 24. августа исте године. Посматрања током протеклих 20 година значајно су побољшала разумевање процеса који се одвијају у завршним фазама живота масивних звезда. Наведимо само један резултат посматрања ове супернове и његов утицај на разумевање свемира као целине. Комбинацијом посматрања телескопа Хабл и IUE (*International Ultraviolet Explorer* – посматрао је тренутак када се први пут након експлозије супернове „запалио" унутрашњи прстен[6]) омогућено је прецизно мерење пречника унутрашњег прстена који износи 1.32 светлосне године. Овај резултат је од изузетног значаја јер нам омогућава одређивање удаљености до Великог Магелановог Облака на 168 хиљада светлосних година, а самим тим и прецизну калибрацију сјаја цефеида уочених у овој галаксији. Ово нам омогућава да прецизније одредимо удаљеност до било које галаксије у којој видимо цефеиде.



SN 1987A

Љубазношћу: FORS, UVES, ISAAC, and VISIR

Горан Пвичић

---

3 *Kamiokande II* ради у саставу Камиока опсерватори-је, института за проучавање космичког зрачења. Налази се у околини града Хида у руднику Мозуми. *Kamiokande II* је наследник *KamiokaNDE* (*Kamioka Nucleon Decay Experiment*) експеримента, осмишљеног да пружи одговор на питање да ли и под којим условима долази до распада протона. Радови на цилиндричном резервоару (висина 16*m*, пречник 15.6*m*) започети су 1982. а завршени 1983. године. Детектор се састоји од 3000 тона ултра-чисте воде и око 1000 фотомултипликатора, чији је задатак да детектују Черенковљево зрачење (електромагнетно зрачење које настаје када се наелектрисана честица креће кроз изолатор брзином која је већа од брзине светлости за дату средину).

4 *IMB* (*University of California, **I**rvine, University of **M**ichigan, and the **B**rookhaven National Laboratory*) је велика неутрино опсерваторија саграђена почетком 80-тих година прошлог века на дубини од око 600 метара у руднику соли Мортон и делом испод језера Ири. 2048 фотомултипликатора распоређено је по зидовима коцкастог базена (дужина стране 20*m*) испуњеног ултра-чистом водом.

5 *Баксан* неутрино опсерваторија у саставу „Института за атомска истраживања Руске академије наука". У оквиру опсерваторије раде следећи телескопи: галијум-германијум неутрино телескоп, литијум-берилијум и хлор-аргон неутрино телескоп (у изградњи), Баксан подводни сцинтилациони телескоп и постројења *KOVYOR* и *ANDYRCHI*.

6 Порекло унтрашњег прстена ни данас није потпуно разјашњено, зна се да се састоји од азота и да се шири брзином од 112 000 до 160 000 *km/h*.

Летња школа астрономије „Одвраћеница 2007”

Ове године је успешно реализована још једна, пета по реду, Летња школа астрономије (ЛША). Одржана је по други пут узастопно на планини Голији, у туристичком центру Одвраћеница, у периоду од 8. до 16. августа. Захваљујући повољној локацији (1633 *m* надморске висине), солидном смештају и чистом природном окружењу, ово место је пружило све услове за остваривање предвиђених активности. Као и претходних година, планирано је да и овогодишња Летња школа буде орјентисана на практичан и посматрачки рад. Ни теоријски део програма није био запостављен. С обзиром на то, одржана су следећа предавања из неколико области:

- Припрема астрономског посматрања (Ненад Трајковић)
- Телескопи и астрофотографија (Ненад Филиповић)
- Увод у радиоастрономију (Бранко Симоновић)
- Променљиве звезде (Бранко Симоновић)
- Метеори (Весна Славковић)
- Колико познајемо Сунчев систем? (Татјана Јакшић и Горан Павичић)
- Екстрасоларне планете и живот (Горан Павичић)
- Фотографија (Владимир Ненезић)

Поред астрономског дела програма, учесници школе су имали прилику и да уживају у одлично припремљеним предавањима на тему научне фантастике (књижевност и филм, предавач Срђан Ђукић). Свако предавање је било праћено и филмском пројекцијом. Програм је био следећи:

- Брзи водич кроз научну фантастику (историјат, први део)
- Брзи водич кроз научну фантастику (историјат, други део)
- *Cyberpunk* и *Steampunk*
- Роботика у научној фантастици
- Научна фантастика и филм (филмови који су највише утицали на културу 20. века)

Увече, након SF предавања, учесници су нестрпљиво ишчекивали ведро небо, а свака повољна прилика је искоришћена до максимума. Од осам ноћи, четири су пружиле добре посматрачке услове. На две локације је било постављено неколико телескопа: три Руска школска телескопа са једне стране, и ТАЛ (пречник објектива 200 *mm*), „Кинез” (206 *mm*), *Dobson* (330 *mm*) и *Meade* (250 *mm*), с друге стране. Руске школске телескопе су користили



Телескоп „ТАЛ – 200к”

Снимио: Душан Вучковић

млађи полазници за обуку, док су на „озбиљнијим” инструментима радили наши искусни сарадници: Ненад Филиповић, Душан Вучковић и Ненад Станић. ТАЛ и „Кинез” су коришћени за потребе астрофотографије, а *Dobson* (највећи пречник објектива) је одлично послужио свим заинтересо-



Спирална галаксија M101 у Великом едведу

Снимио: Ненад Филиповић



Спирална галаксија М81 у Великом Медведу
Снимио: Ненад Филиповић

ваним за визуелна посматрања. Свака посматрачка сесија је била пропраћена занимљивим и стручним објашњењима везаним за ноћно небо (Бранко Симоновић). Треба поменути да су посматрачи користили и неколико расположивих двогледа.

Поред телескопских, вршена су и посматрања метеора. Ове године је била посебно наглашавана појачана активност Персеида, чији се максимум очекивао у недељу, 12. августа. Посматрачка група за метеоре је припремила и извештај са ЛША о овој појави. Вођа комплетног метеорског програма била је Весна Славковић, члан нашег Друштва и сарадник Истраживачке станице Петница.

У оквиру школе су била издвојена и два термина за излете. Један целодневни излет, који је реализован аутобусом, обухватио је посету манастиру Сопоћани, археолошком налазишту Пазариште (остаци средњовековног Раса), Новом Пазару (центар града) и Петровој цркви из 10. века. Други термин је био издвојен за пешачку туру до највишег врха Голије - Јанковог камена (1833 *m* надморске висине). Према спроведеној анкети (доступна је на сајту АДРБ – *http://www.adrb.org/pdf/odvracenica_07_anketa.pdf*), закључено је да је овогодишња Летња школа успешно реализована са укупном средњом оценом 4.37 (од 5). Најбољи предавач је био Горан Павичић, а најлошија оцена је дата за смештај. Како год, добра атмосфера и ведар дух полазника, учинили су да и овогодишња ЛША протекне у одличном расположењу, са успешно оствареним астрономским и посматрачким програмом. На крају да додамо и да је сарадница АДРБ Романа Вујасиновић, иначе студент филмске монтаже, снимила филм у трајању од скоро 8 минута о овогодишњој Летњој школи. Филм је заједно са фотографијама доступан на CD-у, а приказан је и на овогодишњем Сајму књига.



Спирална галаксија М51 у Ловачким Псима
Снимио: Ненад Филиповић



Галаксија М82 у Великом Медведу
Снимио: Ненад Филиповић



Галаксија М82, композитни снимак у X, видљивој и инфрацрвеној области спектра
Љубазношћу: NASA/JPL-Caltech/STScI/CXC/UofA/ESA/AURA/JHU

Срђан Ђукић
Ненад Трајковић

Десети Летњи астрономски сусрети

Астрономско друштво „Руђер Бошковић" је у периоду од 22. до 31. августа 2007. године организовало јубиларне, десете по реду, Летње астрономске сусрете. На тему „Потрага за ванземаљским животом" одржано је укупно пет предавања:

- Живот – филозофски и биолошки концепт
- Биохемија живота
- Шта физика и/или астрономија имају да кажу о томе?
- Комуникације
- НЛО

Сва предавања су одржана у планетаријуму на Калемегдану, улаз је као и увек био бесплатан, а овогодишњи предавач је био сарадник нашег Друштва, Срђан Ђукић. На првом предавању било је речи о филозофским и биолошким основама живота. Поменуто је неколико дефиниција „живог" (које се темеље на биологији и биохемији), говорило се о теорији еволуције, а приказана је и делатност неколико њених најзначајнијих теоретичара – Ламарка, Дарвина и других. Тема другог предавања била је биохемијска основа живота на бази атома угљеника. Говорило се о ћелији и њеној грађи (у првом делу предавања), а касније и о неким организмима који живе у екстремним условима на нашој планети (као полазној основи за налажење живих организама ван Земље). На трећем предавању, проблем је анализиран са астрономског аспекта. Он се односи на основне астробиолошке и физичке карактеристике Сунчевог система, проналажење екстрасоларних планета, а посебна пажња је посвећена сателитима Европи и Титану, као могућим носиоцима „клице" живота. Предавање о комуникацијама се односило на технологију размене информација са потенцијалним ванземаљцима. Било је речи о неким пројектима започетим током последњих 50 година. На последњем предавању разматрано је питање да ли су ванземаљци можда већ слетели на Земљу. Описани су неки карактеристични случајеви НЛО-а, а све је пропраћено фотографијама и званичним научним објашњењима. Коначан утисак о Летњим астрономским сусретима је одличан – Планетаријум је увек био пун, а знатижељни слушаоци су после сваког предавања имали додатне коментаре на оно што су чули. Тема је била атрактивна, а велико интересовање су показали и медији (РТС1, Б92, Метрополис), који су на адекватан начин испратили овај догађај.



Живот ван Земље? Тешко питање...

Ненад Трајковић

АДРБ на Сајму књига

На овогодишњем, 52. Сајму књига, Астрономско друштво „Руђер Бошковић" (АДРБ) је по први пут имало свој штанд! Основна идеја је била да будемо примећени и да на тај начин додатно промовишемо нашу делатност на пољу популаризације астрономије. Поред тога, посетиоцима је био доступан и садржајан издавачки опус на овом пољу. Штанд је био смештен у партеру хале 14. Тематски се добро уклапао, јер се у хали 14 традиционално излаже стручна литература, а одабрана локација је на својеврстан начин обезбедила и циљане посетиоце. Дочекали су их наши најактивнији сарадници (организивани по сменама), али најчешће Наталија Поповић, Ненад Станић и Срђан Ђукић. Горан Павичић је био задужен за организацију, а првог дана, тамо су се затекли и такмичари са овогодишње Астрономске олимпијаде.

На штанду су могли да се купе атрактивни постери објеката „дубоког неба" (углавном снимци свемирског телескопа Хабл), зидне карте северног неба (црно-бела, атлас варијанта, у две верзије: једна за почетнике са спојеним сазвежђима и једна посматрачка), часопис Васиона, Приручник са овогодишње Летње школе астрономије, али и издања других издавача која су у вези са астрономијом. Најзапаженија су била Звездани градови и Астролагија (издавач Завод за уџбенике и наставна средства), и Последњих 14 милијарди година и часопис Астрономија (издавач Спремо, Нови Сад). Нажалост, на штандовима ових издавача, издања АДРБ-а нису била доступна. Поред часописа и литературе из области астрономије, посетиоци су могли да се информишу о раду Астрономског друштва, да закажу посету Планетаријуму и Народној опсерваторији, као и



Штанд АДРБ-а на овогодишњем Сајму књига

да постану чланови нашег Друштва. У четвртак, 25. октобра, када је био планиран Школски дан, за посетиоце је био припремљен и занимљив програм. Од 12 до 15 часова, била је организована акција Питајте астронома – посетиоци штанда су могли да постављају питања из области астрономије, на која им је одговарао тим предавача и сарадника Народне опсерваторије и Планетаријума – Наташа Станић, Александар Оташевић, Ненад Филиповић и Срђан Ђукић. У сали за промоције „Борислав Пекић", одржане су пројекције кратких филмова: „Летња школа астрономије – Предов крст 2005", „Потпуно помрачење Сунца – Турска 2006" и „Летња школа астрономије – Одвраћеница 2007" (аутор сва три филма је Романа Вујасиновић), и промоције: Београдски планетаријум - међународна година астрономије (Наташа Станић) и Часопис за популаризацију астрономије – Васиона (Владан Челебоновић). У суботу, 27. октобра, у истој сали је одржано и научно-популарно предавање Ванземаљски живот (предавач Срђан Ђукић).

Целокупна идеја потекла је од Ане Златановић (члан Друштва, студент астрофизике, предавач у Планетаријуму и администратор нашег сајта). Иако је планирање за целокупан „наступ" почело у последњем тренутку, све организационе активности су успешно остварене. Према нашој процени, и посећеност је била добра. Нажалост, примећено је да се се људи више интересовали за „шарена" него за садржајна издања. Поред тога, ово нам је био први пут, па нам је у том смислу недостајало искуства у оваквим активностима, али битно је да су сви учесници дали све од себе. Надамо се да ће Друштво и идуће године учествовати на Сајму књига као излагач, наравно са још боље и успешније припремљеном акцијом.

Душан Голубић

Семинар за наставнике и васпитаче "Свет око нас и ми у њему"

семинар за наставнике и васпитаче „Свет око нас и ми у њему" одржан је у оквиру Програма стручног усавршавања запослених у образовању. Семинар је акредитован од стране Завода за унапређење образовања и васпитања за школску 2006/07. и 2007/08. годину. Поред овог семинара који траје 3 дана (26 часова), за школску 2007/08. годину акредитован је и семинар „Свет око нас и ми у њему 2" у трајању од 2 дана (16 часова), који ће се први пут одржати средином децембра у Нишу. Главни циљ семинара је да се прошири ниво знања полазника из области астрономије и да се они оспособе за активно посматрање космоса и непосредног природног окружења, као и за реализацију одређених програма у својим школама, чиме би се унапредио квалитет наставе природних наука. Семинар је похађало 22 учесника, већином наставника и професора природних наука, из 17 школа са територије целе Србије. Према оценама семинара, реализатори Александар Оташевић, Милан Јевтовић, мр Наташа Станић, Ненад Трајковић и Бранко Симоновић су у ова три дана, кроз предавања, радионице, посматрачки део програма и округле столове, успешно обрадили теме предвиђене семинаром. Једна од тема округлих столова су биле астрономске секције, односно практичан рад са децом, где су се могли чути предлози, искуства и идеје за рад са децом у различитим узрастима. За проблем рада са ученицима узраста основне школе колеге из Панчева, Књажевца и Лапова пренеле су осталим учесницима Семинара своја практична искуства у виду различитих радионица, која се могу реализовати у свакој школи, а која мотивишу децу за разумевање и бављење астрономијом и сродним природним наукама. У само 2 школе учеснице семинара постоје активне астрономске секције, док је у 5 школа у плану оснивање. Током округлих столова учесници су постављали разна питања везана за Нобелову награду 2006. године, хипер нове, супернове, настанак хемијских елемената, Хаблов закон, Велики прасак, ширење свемира... Наравно, дотакли смо се и теме зашто Плутон више није планета, као и питања да ли је човек заиста био на Месецу и програма мисије Аполо. Расправљало се и о томе како изаћи на крај са сујеверјем и празноверјем које нас окружује и информацијама које су са научне стране бесмислица, а деца их „покупе" ван школе (телевизија, новине, интернет, комшије...), као и којим часописима веровати када је научна информација у питању (да ли се може веровати дневним новинама и часописима који су забавног карактера). Истакнут је проблем превода станих чланака на српски језик – да ли је новинар преводилац и колико се разуме у стручне термине и изразе, да ли новинар разуме материју о којој се ради и да ли преведени чланци пролазе



Учесници семинара „Свет око нас и ми у њему 1”

рецензију овдашњих стручњака или се само сензационалистички објављују штуро преведени „било какви” чланци. Полазници семинара су добили примерак часописа Васиона, као и DVD са материјалом са семинара, фотографијама и кратким филмовима са експедиција АДРБ. Након семинара, полазници су добили Уверење о савладаном програму стручног усавршавања. Наставници и професори заинтересовани за похађање семинара „Свет око нас и ми у њему 1” и „Свет око нас и ми у њему 2“ могу добити потребне информације и пријавити се на семинар телефоном на 011/30-32-133 или преко e-mail адресе ana@adrb.org

Ана Златановић

Шеста Српска конференција о облицима спектралних линија у астрофизици

У хотелу «Дунав» у Сремским Карловцима је од 11. до 15. јуна 2007. године одржана Шеста српска конференција о облицима спектралних линија у астрофизици, у организацији Астрономске опсерваторије, а у оквиру прославе 120 година од њеног оснивања. Серију ових конференција замислили смо и започели да би остварили могућност за сусрет са колегама у годинама када се не одржава Међународна конференција о облицима спектралних линија. Осим тога, то би омогућило младима који стварају у овој области да чују шта је ново и уче од врхунских стручњака, пошто за разлику од скупих конференција у иностранству, овде могу да учествују у великом броју. Преглед претходних конференција дат је у Васиони (Димитријевић, 2004, 2006), тако да се овде на томе нећемо задржавати. Ко-председници Научног комитета били су Милан С. Димитријевић и Лука Ч. Поповић а Локалног организационог Л. Ч. Поповић, а заменици су му били Драгана Илић и Ненад Миловановић. Скуп је организовала Астрономска опсерваторија у оквиру прославе сто двадесетогодишњег јубилеја. Осим 34 учесника из српских научних установа Астрономске опсерваторије, Института за физику у Земуну, Физичког, Математичког и Саобраћајног факултета у Београду, Српске академије наука и уметности и Центра за научно-технолошки развој из Београда и Природно-математичког факултета у Крагујевцу, учествовало је и 23 гостију из Шведске, Туниса, Украјине, Грчке, Бугарске, САД, Италије, Немачке, Русије, Француске и Енглеске. Одржано је двадесет предавања по позиву, четрнаест усмених излагања и приказано осамнаест постера. За конференцију је припремљена књига апстраката (Димитријевић и Поповић, 2007) а лого је осмислио Зоран Симић. Прва два предавања после церемоније отварања имали су Цилиен Пич (сарадници С. Ј. Цибсон, Д. Ф. Т. Муламфи, В. Вентури, Ј. Б. Витингем), о своме раду на истраживању облика спектралних линија у спектрима хладних звезда и Јагош Пурић (и М. Шћепановић, И. Дојчиновић, М. Кураица, Б. Обрадовић) о регуларностима параметара Штарковог ширења линија вишеструко наелектрисаних јона. Жељко Ивезић из Сиетла причао је о употреби велике СДСС (Sloan digital sky survey) базе података која садржи близу милион спектара вангалактичких објеката, а Пол Барклем из Упсале о ширењу спектралних линија хладних звезда сударима са неутралним атомима водоника. Паоло Тоци из Трста говорио је о емисионим линијама у рендгенским спектрима јата галаксија а Џорџ Чартас са Универзитета у Пенсилванији о дијагностици млазева код квазара помоћу апсорпционих линија. Предраг Јовановић је одржао занимљиво предавање о облицима К алфа линије гвожђа у случају делимично помраченог акреционог диска а Пиеро Рафанели из

Падове о тродимензионалној спектроскопији суседних активних галактичкиг језгара. Зоран Петровић (сарадници В. Стојановићем и Ж. Никитовић) је беседио о електронским, јонским и атомским сударима који воде аномалном Доплеровом ширењу код водоника и смеша ове супстанце са ретким гасовима, Магдалена Христова из Софије (у сарадњи са Л. Христовим) о ширењу спектралних линија код пражњења подржаних површинским таласима, Михаил Сачков из Москве (са Т. Рјабчиковом) о проучавањима у ултраљубичастом делу спектра помоћу апарата у космосу и о пулсационој томографији хемијски неправилних звезда са брзом ротацијом (roAp звезде), а Иван Данцигер о профилима линија у спектрима нових. Филип Пруњел из Лиона је изложио најновије резултате о моделирању спектара у породилиштима звезда и активним галаксијама, Илија Стефановић из Бохума (и Е. Ковачевић, Ј. Бернт, Ј. Винтер) о плазменим аналозима астрофизичке прашине, Алексеј Мојсејев из Русије (са А. А. Смирновом и В. Л. Афанасјевим) о панорамском спектроскопском погледу на интеракцију млазева и облака код активних галактичких језгара, Слободан Нинковић о проучавању локалне кинематике Млечног Пута помоћу брзина дуж линије посматрања а Емануил Данезис из Атине (у сарадњи са Л. Ч. Поповићем, Е. Лирадзи и М. С. Димитријевићем) о ефектима дискретних и сателитских апсорпционих компоненти код спектралних линија од звезда до квазара. Небил Бен Несиб, који по трећи пут учествује, дао је преглед експерименталних и теоријских метода за одређивање температуре плазме, Андреј Кључарев (са Н. Н. Безугловим, А. А. Матвеевим, А. А. Михајловим, Љ. М. Игњатовићем и М. С. Димитријевићем) из Санкт Петерсбурга разматрао је хеми-јонизационе процесе у алкалним геокосмичким плазмама са посебним освртом на облаке јонизованог натријума у атмосфери Јупитероивог сателита Ио, а Волфрам Колачни из Гетингена излагао је о промељивости профила спектралних линија активних галактичких језгара. Александар Захаров из Москве није успео да дође али је послао предавање о спектроскопским истраживањима линија гвожђа из околине црних рупа, за зборник радова. У оквиру културног програма, учесници су обишли историјске споменике у Сремским Карловцима, посетили Нови Сад где су разгледали Петроварадинску тврђаву и центар града и виделе манастире Раваницу, Јазак и Крушедол. Зборник радова (Поповић и Димитријевић, 2007), објављен је у познатој серији Америчког института за физику. Са овим скупом, замишљени нови профил конференције, која је почела као национална а трансформисала се у међународну, где долазе наши пријатељи из иностранства са којима смо остварили сарадњу и људи из области којима се баве наши сарадници, у потпуности се остварио и омогућио нам да младим колегама на пројектима Л. Ч. Поповића и мом (група за Астрофизичку спектроскопију) омогућимо непосредни контакт и дискусије са највећим светским стручњацима из области којима се бавимо.



Слика 1. Учесници Шесте српске конференције о облицима спектралних линија у астрофизици. Напред Паоло Тоци, Еди Бон. Први ред: Саша Симић, Владимир Срећковић, Слободан Нинковић, Јелена Ковачевић, Лука Ч. Поповић, Џилијен Пич, Милан С. Димитријевић, Наташа Гавриловић, Алексеј Мојсејев, Соња Видојевић

Снимио: Миодраг Дачић

Литература

- Димитријевић Милан С.: 2004, "IV српска конференција о облицима спектралних линија" , Васиона , LII, бр. 1, 33.
- Димитријевић Милан С.: 2006, "Пета српска конференција о облицима спектралних линија у астрофизици" , Васиона , LIV, бр. 1, 22.
- Dimitrijević M. S., Popović L. Č., Editors: 2007, "VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), 11-15 June 2007, Sremski Karlovci, Serbia, Program and Abstracts", Astronomical Observatory, Belgrade.
- Popović L. Č., Dimitrijević M. S., Editors: 2007, "Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics), American Institute of Physics Conference Proceedings Series, 938, 1-322.

The sixth Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics – Milan Dimitrijević

A review of the Sixth Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics, held 11-15 June 2007 in Sremski Karlovci is given.

др Зорица Цветковић
Астрономска опсерваторија,
Београд

Времеплов

Основни појмови о двојним звездама

...према напред реченом, стварно двојне звезде могу се поделити на следеће 4 групе:

1. Визуалне двојне, где се помоћу мањег или већег дурбина, оком или фотографском плочом виде две звезде, два лика звезде, те се може одредити њихов узајамни положај.
2. Спектроскопске двојне звезде, где се само преко удвајања спектралних линија долази до спознаје да се ради о двојној звезди.
3. Фотометријске двојне, где се из правилних промена сјаја видљиве звезде мође закључити да је у питању помрачивање једне звезде другом.
4. Двојне са невидљивом компонентом. Звезде које припадају овој групи, израдом већих инструмената могу прећи у прву групу.

Ми ћемо се овде укратко упознати са суштином појава које се могу запазити у свакој од вих група.Визуалне двојне звезде. Прва посматрања двојних почињу са применом дурбина у астрономији. Међу првим посматрачима је поменути Рићоли, а затим Хук (Hooke), Ришо (Richaud), С. Мајер (Mayer), који је 1777 године дао каталог са 77 двојних звезда. Крајем 18 столећа славни В. Хершел системаски трага за двојним звездама, али су његови положаји само приближни. Прва прецизна мерења код двојних звезда предузима познати астроном и први директор Пулковске опсерваторије (код Лењинграда) В. Струве средином прве половине 19 столећа. Његова мерења и данас важе као најбоља, а његов каталог садржи 3134 пара. Каснији радови на двојним звездама само су продужавање и употпунавање Струвеовог дела. Његов син О. Струве, затим Дембовски, Скиапарели, Барнам (Burnham), који је издао и каталог свих двојних звезда до 1904 године са 13665 парова између северног небеског пола и деклинације -30, Дулитл (Doolittle), Аиткен који је употпунио Барнамов каталог до 1927 године са 17 189 парова, Ајнес (Innes), који је у исто време када и Аиткен издао каталог од 6902 пара за јужну хемисферу, представљају најчувенија имена астронома који су радили на двојним звездама. На конгресу Међународне астрономске уније у Даблину 1955 године речено је да је Ван ден Бос, данас најпознатији стручњак за двојне звезде, припремио у рукопису каталог двојних за јужну хемисферу. Овај каталог има 18 678 парова рачунајући вишеструке парове под једним бројем. Исто тако на Лик опсерваторији припрема се под руководством Х. М. Џеферса (Jeffers) нови каталог двојних на северној полулопти. Иако још није објављено колико ће овај каталог имати парова, ми смо сигурни да их неће бити мање од 20 000. рада...

Перо Ђурковић; Васиона1/1956

Двојне звезде

Физички системи од две звезде које се крећу око заједничког центра маса под дејством узајамне гравитације су двојне звезде и крећу се сагласно Кеплеровим законима. Ако је број звезда система три или више онда су то вишеструки звездани системи. Већина звезда (>60%) у нашој Галаксији као и у другим галаксијама нису појединачне звезде већ двојни и вишеструки звездани системи. Њихово проучавање је изузетно значајно јер омогућава одређивање важних звезданих параметара као што су: масе, даљине, радијуси, температуре и др. Звезде ових система (компоненте) имају исто порекло, тј. исту старост, па су значајне и за проучавање еволуције звезда. Осим физички двојних често се срећемо са оптички двојним звездама. То су случајеви када се две звезде виде приближно у истом правцу, а немају ништа заједничко. Одговор да ли је звезда физички или оптички двојна добија се тек након праћења кретања њених компоненти. Код физичких парова компоненте мењају, брже или спорије, међусобни положај услед орбиталног кретања, док код оптичких парова међусобни положај звезда се готово не мења (промена је само услед различитих сопствених кретања). Мерења визуелно двојних звезда сакупљају се више од 200 година. Наравно, технике мерења су усавршаване, услед чега се добијају подаци са све већом тачношћу. Микрометарска мерења и фотографске плоче замениле су CCD камере, адаптивна оптика и различите врсте интерферометрије (визуелна, дугобазична, спекл и др.). Резултати мерења се чувају у међународној бази података у Вашингтону на Навал опсерваторији (*http://ad.usno.navy.mil/wds/*). Основни подаци: положаји за епоху J2000, ознака откривача, епоха, позициони угао, угловно растојање компонената, привидне величине, спектрални тип, сопствена кретања, број из BD каталога и напомене за компоненте 102 906 система дати су у електронском облику у Вашингтонском каталогу двојних звезда. Новија, интерферометријска мерења, објављују се у посебним каталозима и најновији је Четврти каталог интерферометријских мерења двојних звезда. Израчунавање орбита тј. путањских елемената компоненте мањег сјаја (секундарне) око сјајније (примарне) важно је због израчунавања звезданих маса и даљина. До сада, орбите су израчунате за релативно мали број двојних звезда. Оне су објављене у Шестом каталогу орбита визуелно двојних звезда. Овај каталог укључује 2024 орбита за 1888 система. Многе орбите су одређене или из старих мерења ниске прецизности или из мерења која покривају кратак лук на орбити. Поузданост таквих орбита је ниска, па новија и тачнија мерења омогућавају поправљање

путањских елемената. Само око 3% орбита носи ознаку „дефинитивна". У овој бази података заинтересовани могу наћи Вашингтонски каталог вишеструких звезда, Каталог оптички двојних, Други фотометријски каталог разлика привидних величина и још низ других корисних информација. Развој нових технологија, техника, инструмената и теорија, као и све већи број космичких мисија довео је до многих нових и узбудљивих догађаја у проучавањима двојних и вишеструких звезда. Достигнућа и оно што се очекује у блиској будућности представљена су на Симпозијуму 240 Међународне астрономске уније (МАУ) посвећеном двојним и вишеструким звездама који је одржан од 22-25 августа 2006. године у току друге недеље XXVI генералне скупштине МАУ у Прагу. Заинтересованим читаоцима препоручујем уводни прегледни чланак из Зборника радова са овог Симпозујума (*Guinan et al.* 2007). Подаци који су сада на располагању из интерферометрије (чија је тачност на хиљадитом или чак десетохиљадитом делу лучне секунде), радијалне брзине велике тачности (1-2 *m/s*) и велика тачност фотометрије (1-2 хиљадита дела магнитуде) као и богатство нових података које добијамо из оптичких и инфрацрвених претраживања неба (нпр. више од 10 000 нових двојних звезда пронађено је после 1995.), довели су до ренесансе у проучавању двојних и вишеструких звезданих система. Велики напредак чини откриће нове класе двојних система чија је компонента планета или мрки патуљак (преко 200 система). Такође, екстремно драгоцени подаци о двојним звездама доступни су нам из целог електромагнетног спектра, од гама зрака до инфрацрвеног дела, што омогућавају мисије из космоса, а са земље све моћнији и већи оптички и радио телескопи као и телескопи-роботи. У блиској будућности, спектрални подаци моћи ће чак да се прошире иза радио домена до првих открића гравитационих таласа из интеракције блиских двојних. Такође, и квалитет и квантитет сада расположивих података о двојним и вишеструким звездама омогућавају да се добију нова схватања структуре, формирања и еволуције двојних звезда. Из прикупљених података добијене су вредне астрофизичке информације (тачније звездане масе, радијуси, старост, растојања и луминозност). Ово допушта да се тестирају важеће теорије у звезданој астрофизици и да се поставе основе за следеће кораке у моделирању и побољшању теорија. У прошлим деценијама унапређене су технике мерења радијалних брзина, па су истраживачи у овој области били срећни када је постигнута тачност 1-3 *km/s*. Међутим у последњој деценији мерења радијалне брзине, коришћењем ћелија гасовитог јода, достигла су тачност већу од 5 *m/s*, чак се помиње тачност од приближно 1 *m/s*. Ово је довело до открића преко 200 екстрасоларних планета. Изгледа да ~ 5% звезда сличних Сунчевом типу имају сателите планете Јупитерове величине, многи од њих (познати као „*Hot Jupiters*") обилазе врло близу своје матичне звезде. Још није достигнута потребна тачност да се открију планете Земљине величине, али стручњаци сматрају да ће то у блиској будућности да омогући спектроскопија велике тачности у планираним космичким мисијама. Одређивање радијалних брзина велике тачности намењено је управо откривању планета. У последњој деценији из фотометријских програма прегледа и праћења неба добијено је „богатство" нових, углавном еклипсних, двојних звезда. Многе од ових двојних су случајно и срећно откривене из фотометријских програма коришћењем технике гравитационих сочива. Тако је откривено неколико хиљада нових еклипсних двојних, углавном у областима богатим звездама: средишњој области наше Галаксије и Магелановим Облацима. Такође, још око хиљаду еклипсних двојних откривено је у спиралним галаксијама M31 и M33. Неке од ових новооткривених еклипсних двојних биле су коришћене да се одреде тачније даљине до неких галаксија Локалне Групе. Прве генерације лансираних сателита, *Hipparcos* и *Hubble*, дале су резултате већег реда и по броју и по прецизности, а откривен је и већи број двојних звезда (*ESA* 1997). Астрометријски резултати сателита *Hipparcos*, нарочито паралаксе, као и спектроскопски и интерферометријски резултати сателита *Hubble*, омогућили су одређивање маса и других важних својстава звезда. У припреми је следећа генерација сателита од којих се очекује „експлозија" нових открића.

Литература:

- http://ad.usno.navy.mil/wds/
- Guinan, E.F., Hermanec, P., Hartkoph, W., 2007, Binary Stars as Critical Tools and Tests in Contemporary Astrophysics, Proceedings IAU Symposium No 240, (eds. Hartkopf, Guinan, Hermanec), 5.

Binary stars – Zorica Cvetković

It is crucial to study binary and multiple stars because the vast majority of stars (>60%) in our Galaxy and in other galaxies consist, not of single stars, but of double and multiple star systems. Their study makes possible more accurate determinations of stellar masses, distances, radii, ages and luminosities, as well as a better understanding of stellar formation and evolution. Data now available from interferometry (with milliarcsecond precision), high-precision radial velocities (~1-2 m/s) and high precision photometry (<1-2 milli-mag), have led to a renaissance in binary star and multiple star studies. For example, advances have led to the discovery of new classes of binary systems with planet and brown dwarf components. The next generation of astrometry satellites now under development promises results orders of magnitude greater in both precision and quantity.

Горан Павичић
Народна опсерваторија,
Београд

Питања и задаци

Како направити једноставан Хаблов дијаграм?

Први корак приликом израде Хабловог дијаграма је одређивање удаљености до посматраних галаксија. Међутим мерење удаљености до галаксија, а и било ког другог посматраног објекта, изузетно је тежак задатак. На сву срећу, да би конструисали Хаблов дијаграм, у првој апроксимацији нису нам потребне апсолутне (стварне) удаљености мерене у светлосним годинама, већ релативна растојања галаксија. Да би их одредили, потребно је да на неки начин поредимо галаксије. Ако претпоставимо да су галаксије по својим особинама (нпр. сјају и димензијама) међусобно сличне (увођењем ове претпоставке (не) уносимо велику грешку у резултат) онда разлике у сјају или величини потичу једино од различите удаљености на којој се налазе. Ближе галаксије ће нам изгледати веће и сјајније од удаљених. Један од најлакших начина да се галаксије пореде је преко њиховог сјаја, тј. преко њихових магнитуда. Код магнитуда већи бројеви означавају објекте слабог сјаја, а мањи бројеви сјајније објекте. Изузетно сјајни објекти се обележавају негативним бројевима. Повећање магнитуде за један број одговара смањењу сјаја за приближно 2.5 пута. Најслабији објекти које људско око може да види су 6-те магнитуде, а најслабији објекти који могу да се посматрају помоћу SDSS (***S**loan **D**igital **S**ky **S**urvey*) телескопа имају магнитуде од око 23. SDSS, чије ћемо податке користити у даљем раду мери магнитуде на пет различитих таласних дужина: ултраљубичастој (u), зеленој (g), црвеној (r) и две у инфрацвеној области (i и z).

Задатак 1. Користећи податке за шест галаксија из SDSS каталога, конструисати једноставан Хаблов дијаграм.

Упутство. Како је идеја да се приликом израде задатка користе погодности обраде података на рачунару потребно је у неком за то специјализиваном програму (нпр. Microsoft Exel) организовати податке који се користе. У табели 1 дати су основни подаци о посматраном објекту, његов положај на небеској сфери и каталошка ознака. Иако нам за израду Хабловог дијаграма није потребан податак у ком сазвежђу се посматрани објекат налази, вежбе ради пребацићемо координате у уобичајени запис (RA – часовна мера, Dec – степена мера) и на карти неба (*www.adrb.org/index.php....*) пронаћи њихове положаје тј. одредити у ком сазвежђу се налазе. Затим, из табеле 2 одабрати једну од понуђених магнитуда и унети је у табелу коју сте наравили.

каталошка ознака у SDSS каталогу	RA	Dec.
587731186738331786	354.35	0.39167
588015509267153049	354.98998	0.13519
587722983367901477	219.31858	0.17731
587725575888961795	260.80622	58.58956
587725589849506099	263.94885	54.36385
587728948510720283	150.09651	-0.27059

Табела 1

Питање 1. Зашто се приликом израде Хабловог дијаграма уместо удаљености могу користити магнитуде?

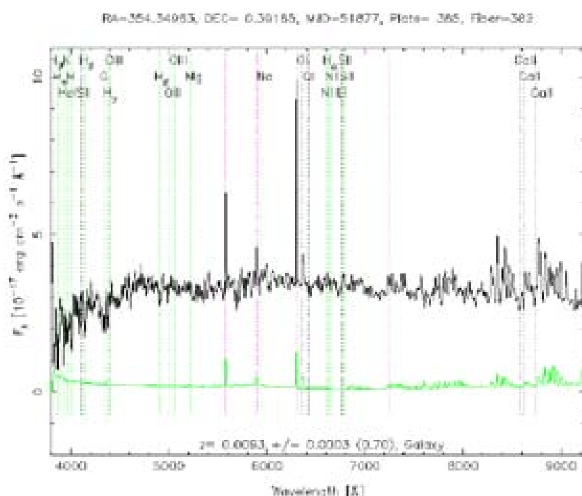
Следећи корак је да одредимо удаљености до посматраних галаксија. Користећи SDSS базу спектара потражићемо податак о вредности црвеног помака (z) за сваки од посматраних објеката (водити рачуна да се не помеша z – магнитуда објекта у инфрацрвеној области спектра (табела 2.) са

u	g	r	i	z
587731186738331786				
18.32	15.54	15.07	14.64	14.63
588015509267153049				
17.74	16.48	15.81	15.33	15.06
587722983367901477				
18.94	17.06	16.09	15.66	15.31
587725575888961795				
19.74	17.85	16.74	16.29	15.95
587725589849506099				
21.24	18.93	17.41	16.86	16.48
587728948510720283				
21.98	20.14	18.47	17.84	17.41

Табела 2

црвеним помаком (табела 3)). Црвени помак нам уствари говори којом брзином се посматрани објекат креће у односу на нас. Ако се креће ка нама кажемо да има плави помак и означавамо га са -z, а ако се креће од нас кажемо да објекат има црвени помак и обележавамо га са z. Начин на који астрономи одређују вредност z је тај што се снима спектар објекта и траже се линије (емисионе или апсорпционе) које потичу од одређених хемијских елемената. Како је те исте линије могуће добити у замаљским лабораторијама, потребно је упоредити таласну дужину одређене линије из снимљеног спектра са реперном тј. лабораторијском таласном

дужином и из те разлике одредити z.



587731186738331786 (изглед обрађеног спектра)

Сада, када су нам познате магнитуде и црвени помак за шест галаксија можемо конструисати Хаблов дијаграм. На апсцису (x-осу) наносимо вредности за z, а на ординату (y-осу) мерене магнитуде (ово такође може да се уради користећи Microsoft Exel).

каталошка ознака у SDSS каталогу	z
587731186738331786	**0.009**
588015509267153049	**0.060**
587722983367901477	**0.105**
587725575888961795	**0.152**
587725589849506099	**0.238**
587728948510720283	**0.314**

Табела 3

Питање 2. Да ли тачке на графику указују да је зависност између црвеног помака и магнитуда линеарна?

Задатак 2. Фитовати вредности на дијаграму и израчунати (у процентима) колико је одступање добијених тачака од праве линије.

Приликом графичког представљања података, веома користан податак је тзв. фит (тренд), који нам говори колико мерена вредност одступа од неког теоријског модела. Ако је вредност фит-а изнад 90% сматра се да модел добро описује мерене вредности.

Питање 3. Да ли је претпоставка да је зависност линеарна добра или не?

Управо смо конструисали Хаблов дијаграм који у себи садржи податке за шест галаксија. Како је број галаксија у SDSS архиви далеко већи узећемо додатних шест галаксија да би конструисали нови дијаграм (напомена: поступак у раду је идентичан као и у претходном примеру; водити рачуна да се приликом конструкције дијаграма у оба случаја користи иста размера). Подаци се налазе у табелама 4, 5 и 6.

каталошка ознака у SDSS каталогу	RA	Dec.
588848899398041835	230.76984	-0.5166
588848899398959468	232.96006	-0.47602
587731187278151924	1.19287	0.70164
588015508733427877	2.18327	-0.27945
588015509807562923	2.97483	0.53232
588015510343975147	2.02961	0.99069

Табела 4

u	g	r	i	z
588848899398041835				
19.22	17.93	17.37	17.03	16.75
588848899398959468				
19.90	18.49	17.93	17.61	17.37
587731187278151924				
18.78	17.60	16.97	16.57	16.37
588015508733427877				
21.79	20.30	19.44	18.96	18.75
588015509807562923				
19.76	18.80	18.21	17.76	17.64
588015510343975147				
19.89	18.58	17.64	17.18	16.85

Табела 5

каталошка ознака у SDSS каталогу	z
588848899398041835	**0.028**
588848899398959468	**0.059**
587731187278151924	**0.100**
588015508733427877	**0.148**
588015509807562923	**0.187**
588015510343975147	**0.207**

Табела 6

У следећем броју: Одређивање удаљености до галаксија.

Одговори на питања из прошлог броја: 1-a, 2-b, 3-b, 4-a, 5-c, 6-c, 7-a, 8-b, 9-c, 10-c, 11-a, 12-a, 13-b, 14-c, 15-b, 16-b, 17-a, 18-b, 19-c, 20-b, 21-b, 22-b, 23-c, 24-a, 25-c



Ана Брајовић

NGC 1316

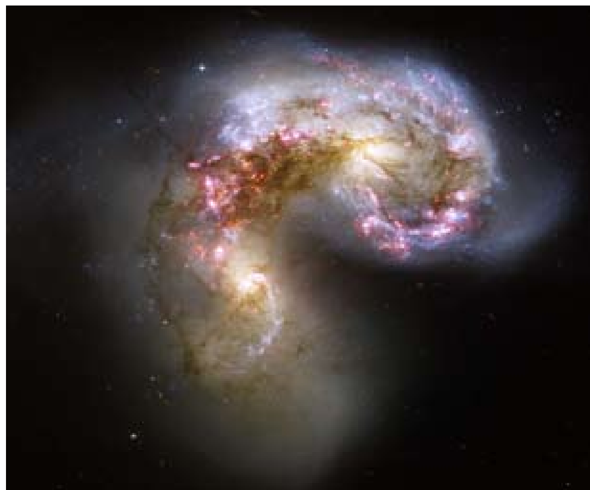
На фотографији начињеној помоћу Хаблове ACS (*Advanced Camera for Surveys*) камере, открива се изузетно сложена структура џиновске елиптичне галаксије NGC 1316. Овакав изглед галаксије нам говори да је у прошлости дошло до спајања две галаксије у објекат који видимо на фотографији. Како се на фотографији може видети велики број звезданих јата, астрономи су њиховом детаљном анализом дошли до закључка да су настала пре неколико милијарди година као последица судара две спиралне галаксије. NGC 1316 је удаљена око 75 милиона светлосних година, а налази се у периферији оближњег јата галаксија, у сазвежђу јужног неба Пећ (*Fornax*), такође позната као *Fornax A*, представља један од најјачих и највећих радио извора на небу. Унутрашње области галаксије које приказује ова Хаблова фотографија откривају компликоване области сачињене од прашине. За овај материјал се сматра да представља међузвездану материју једне или више спиралних галаксија које је NGC 1316 прогутала. Амерички тим научника, предвођен др. Полом Гудфројем (dr. Paul Goudfrooij) са *Space Telescope Science Institute* у Балтимору, користио је ACS камеру да би испитао звездана јата у неколико оближњих џиновских елиптичних галаксија. Њихова студија NGC 1316 је била фокусирана на глобуларна јата, збијене звездане системе са стотинама хиљада или чак милионима звезда које су формиране у исто време. Осетљивост Хабловог ACS-a омогућила је тиму да открије бледа глобуларна јата која раније нису посмарана. Пребројавајући глобуларна јата откривена кроз функцију њиховог сјаја, по први пут су могли да виде доказе за поступан поремећај звезданих јата створених спајањем галаксија богатих гасом. Открили су да је релативни број јата малих маса значајно мањи у унутрашњим него у спољашњим областима, и то у обиму који се слаже са теоретским предвиђањима. Фотографија је снимљена марта 2003. Овај композит у боји је добијен комбинацијом података снимљених кроз плави, жуто-зелени и инфрацрвени филтер. Резултати које је тим добио су допринели нашем разумевању настанкта елптичних галаксија и њихових звезданих јата кроз спајање галаксија и како су кроз неколико милијарди година оне еволуирале и почеле да личе на „нормалне” елиптичне галаксије.

NGC 1316 (Љубазношћу: NASA, ESA and The Hubble Heritage Team STScI/AURA)

Према: *www.spacetelescope.org*

Садржај
CONTENTS

Слика са насловне стране: NGC 4038, NGC 4039



Најдетаљнији снимак галаксија у међусобној интеракцији начињен свемирским телескопом Хабл. Овај пар галаксија каталошких ознака NGC 4038 и NGC 4039 популарно назван „Антене", представља једно од најактивнијих места настајања нових, младих звезда. (Љубазношћу: NASA, ESA, & The Hubble Heritage Team STScI/AURA)

ВАСИОНА, часопис за астрономију, издање Астрономског друштва „Руђер Бошковић". Излази у 4 броја годишње. Годишња претплата за 2007. годину износи 600 динара, цена појединачног броја је 180 динара. Претплата за иностранство је 20 евра. Претплату уплатити на жиро рачун број: 205-29948-66.
Астрономско друштво „Руђер Бошковић"
Горњи град 16, 11000 Београд, тел/факс: 011 3032 133
e-mail: vasiona@adrb.org
www.adrb.org

Покровитељи овог броја:

BSProcesor
Zajedno možemo mnogo.



Министарство науке републике Србије

CIP – Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

UDC 52(05)
ISSN 0506-4295
COBISS.SR-ID 3739394
http://vbs.nbs.bg.ac.yu/cobiss

